

Thesis

MUNICH

1964

**Der Einfluß der Superphosphateinstreu
auf das Vorkommen
von Euterentzündungen**

LANE MEDICAL LIBRARY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF. 94304

Helmut Schwarz

Aus dem Institut für Mikrobiologie und Infektionskrankheiten der Tiere
der Universität München
Vorstand: Professor Dr. A. Mayr

DER EINFLUSS DER SUPERPHOSPHAT-EINSTREU
AUF DAS VORKOMMEN VON EUTERENTZÜNDUNGEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Helmut Schwarz
aus
Cadolzburg bei Nürnberg

München 1964

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Professor Dr. L. Kotter

Referent: Professor Dr. A. Mayr

Tag der Promotion: 28. Februar 1964

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung	1
II. Literatur	2
1. Allgemeines	2
2. Einführung des Superphosphats in die Landwirtschaft	2
3. Düngewirkung des Superphosphats	4
a) Wirkung der Superphosphat-Düngung bei Getreide, Hackfrüchten und Wiesen	4
b) Superphosphat-Düngung in bezug auf Tierernährung	7
c) Superphosphat im Stallmist	8
4. Fluorschädigungen durch Superphosphatfabriken	10
5. Einfluß von Superphosphat auf das Bakterienwachstum	10
6. Entstehung der Mastitiden	13
7. Bekämpfung der Mastitis	15
III. Eigene Untersuchungen	17
1. Material und Methodik	17
2. Entnehmen und Auswerten von Milchproben	18
3. Die stallklimatischen Messungen	19
4. Untersuchungsergebnisse	20
5. In-vitro-Versuche	64
a) Material und Methodik	64
b) Versuche	65
c) Auswertung der Ergebnisse	66

	Seite
IV. Besprechung der Ergebnisse	70
V. Zusammenfassung	75
VI. Literaturverzeichnis	76
VII. Lebenslauf	81

I. EINLEITUNG

Die Mastitiden, entzündliche Erkrankungen des Euters, sind beim Rind besonders häufig. Sie verursachen der Landwirtschaft alljährlich bedeutende Schäden, so daß aus wirtschaftlichen und auch hygienischen Gründen eine Mastitisbekämpfung durchgeführt wird.

Die früher in der tierärztlichen Praxis angewandten Akridinfarbstoff-Infusionen (Entozon, Rivanol, Trypaflavin) haben sich nicht bewährt. Auch die nach dem zweiten Weltkrieg in die Therapie eingeführten Antibiotika und Sulfonamide vermochten dem Mastitisproblem keine endgültige Lösung zu bringen, obwohl ihre Anwendung einen unverkennbaren Therapiefortschritt bedeutet.

In letzter Zeit befaßten sich verschiedene Autoren vor allem in Frankreich mit der Bedeutung des Superphosphats als bakteriostatisches und bakterizides Mittel gegen ammoniakbildende Fäulniserreger und gegen gewisse Krankheitskeime, wie z. B. die der Mastitis. Sie berichten auch über positive Ergebnisse, vom stallhygienischen Gesichtspunkt aus gesehen, und zwar bei der Anwendung des Mittels als Einstreu. Es wird vor allem eine luftverbessernde Wirkung des Superphosphats insbesondere durch die Verringerung des Ammoniakgehaltes und der Feuchtigkeit der Stallluft hervorgehoben.

Da jedoch auf diesem Gebiet erst wenige Untersuchungen, zudem mit sich widersprechenden Ergebnissen, vorliegen, können die erwähnten Eigenschaften des Superphosphats nicht als erwiesen gelten.

Es wurde mir deshalb im Rahmen der Arbeiten des Institutes für Mikrobiologie und Infektionskrankheiten der Tiere von Herrn Prof. Dr. Kalich die Aufgabe gestellt, durch Einstreu von Superphosphat in Ställen und nachfolgende Milchuntersuchungen bei den dort eingestellten Kühen, zu prüfen, welche Beziehungen zwischen der Verwendung des Mittels und der Häufigkeit der im Stall auftretenden Mastitiden bestehen. Nebenbei sollten in einigen Ställen klimatische Messungen durchgeführt werden, um die angeblich luftverbessernde Eigenschaft des Superphosphats zu kontrollieren.

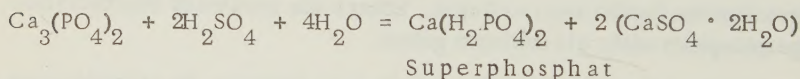
II. LITERATUR

1. Allgemeines

Superphosphat ist ein Monokalziumphosphat, das nach Rö m p p (30) 16 bis 18 % citratlösliches P_2O_5 enthält, wovon 90 Anteile wasserlöslich sind, d. h. für Pflanzen aufnehmbar.

Superphosphat enthält weiter 5 bis 6 % CaO in Form von Monokalziumphosphat und 20 % CaO in Form von Gips. Neben diesen Hauptbestandteilen Phosphor und Kalk liegen im Superphosphat noch die wichtigen Begleitnährstoffe wie Aluminium, Eisen, Natrium, Titan, Chrom, Kobalt, Kupfer, Jod, Fluor, Mangan, Molybdän, Nickel, Blei, Vanadium und Zink vor. Als Ausgangsmaterial zur Herstellung von Superphosphat dienen Rohphosphate aus Nordafrika, Nordamerika und der russischen Halbinsel Kola. Sie haben einen Phosphatgehalt von 60 bis 85 % in Form des schwerlöslichen $Ca_3(PO_4)_2$. Diese Phosphate werden nach vorausgehender Vermahlung mit 60- bis 70 %iger Schwefelsäure in ein wasserlösliches, von Pflanzen resorbierbares Gemisch aus Gips und primärem Ca-phosphat verwandelt. Die Schwefelsäure wird bei diesem Verfahren aus Schwefelkies gewonnen.

Die chemische Reaktion, bei der die Ausgangsstoffe ungefähr im Verhältnis 1 : 1 auftreten, läßt sich mit folgender Formel wiedergeben:



2. Einführung des Superphosphats in die Landwirtschaft

Schon mehr als 300 Jahre ist es her, daß der Alchimist Brand (2) auf seiner Suche nach dem "Stein der Weisen" das chemische Element Phosphor entdeckte. Noch konnte er nicht ermessen, welche Bedeutung dieses Element in späterer Zeit für die Pflanzen- und Tierernährung sowie für die Medizin erlangen würde. Erst 100 Jahre später (1770) konnte Scheele (31) Phosphor als Bestandteil von Knochen nachweisen, und dem Erfinder des Rübenzuckers Marggraf gelang es um die gleiche Zeit zum ersten Male, Phosphorsäure darzustellen. 50 Jahre später, im Jahre 1804, machte De Saussure (4) auf das Vorkommen der Phosphorsäure in der Pflanzenasche aufmerksam, ohne jedoch angeben zu können, wie diese anorganische Verbindung in den Pflanzenkörper kommt, der nach der damaligen Auffassung rein organischer Struktur sein sollte. Auch

andere Forscher wie Ingenhouss (11), Sennebier und Sprengel haben zu gleicher Zeit unabhängig voneinander Phosphorsäure in der Pflanzenasche und besonders im Samen festgestellt. Praktische Folgerungen wurden aus diesen Erkenntnissen jedoch nicht gezogen.

Speter (34) berichtet über Gotthold Escher, Schuldirektor in Brünn, von dem der erste Vorschlag stammt, "durch Zusatz einer wohlfeilen, nicht zu kräftigen Säure" aus Knochenmehl das Düngemittel "Superphosphat" herzustellen. 1835, fünf Jahre vor den Arbeiten Liebig's wurde dieser Vorschlag in den Mitteilungen der Brünnner Ackerbaugesellschaft publiziert. In seinem im Jahre 1840 erschienenen, weltberühmt gewordenen Buch "Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" empfiehlt Justus v. Liebig (21), die Wirksamkeit des Knochenmehls durch Zusatz von Schwefelsäure zu erhöhen. Er schreibt: "Die Düngung eines Morgen Landes mit frischen Knochen (40 Pfund) reicht hin, um drei Ernten (Weizen, Klee, Hackfrüchte) mit phosphorsauren Salzen zu versehen. Die Form, in welcher die phosphorsauren Salze dem Boden wiedergegeben werden, scheint hierbei aber nicht gleichgültig zu sein. Je feiner die Knochen verteilt sind, und je inniger sie mit dem Boden vermischt sind, desto leichter wird ihre Assimilierbarkeit sein; das beste und zweckmäßigste Mittel wäre unstreitig, die Knochen fein gepulvert in ihrem halben Gewicht Schwefelsäure und 3 bis 4 Teilen Wasser eine Zeitlang in Digestion zu stellen, den Brei mit etwa 100 Teilen Wasser zu verdünnen und mit dieser sauren Flüssigkeit (phosphorsaurem Kalk und Bittererde) den Acker vor dem Pflügen zu besprengen. In wenigen Sekunden würde sich die freie Säure mit den basischen Bestandteilen des Bodens verbinden, es würde ein höchst fein zerteiltes neutrales Salz entstehen". Nach Mitteilungen von Schmitt (32) griff als erster der Landwirt Fleming in England den Vorschlag des deutschen Chemikers auf und brachte Superphosphat als "German Compost" in den Handel. Ebenfalls in England, im Jahre 1843, stellten Lawes & Gilbert Superphosphat fabrikmäßig her und nannten es "Superphosphate of lime". Erst im Jahre 1855 wurde durch die Firma Stockmann und Retchy in Lehrte auch in Deutschland dieses Beispiel nachgeahmt.

Kékulé (16), ein Liebig-Schüler, deckt dann auch die chemischen Grundvorgänge bei der Superphosphatherstellung auf, die hauptsächlich in einem, durch die Schwefelsäure verursachten, Entzug von CaO aus den Knochen und in der dadurch bedingten stärkeren Löslichmachung des PO_5 bestehen. Als Phosphorquellen dienten später nicht mehr Knochenmehl, Peruguano oder in England gefundene Koprolithe, sondern Rohphosphate aus Nordamerika und Nordafrika.

3. Düngewirkung des Superphosphats

a) Wirkung der Superphosphat-Düngung bei Getreide, Hackfrüchten und Wiesen

Es ist allgemein bekannt, daß die Stoffe, die die Pflanzen dem Boden entziehen und die ihm über den Tierkörper nicht zurückerstattet werden, dem Boden wieder zuzuführen sind, wenn nicht ständig geringer werdende Ernteerträge vorliegen sollen. Die wichtigsten unter diesen Stoffen sind Stickstoff, Phosphorsäure und Kali, die der Boden durch Stallmist und Jauche nur teilweise zurückerhält. Die verlorengegangenen Anteile müssen dem Boden als Salze zugeführt werden.

Über die Phosphatdüngung schreibt Becker (1) - 1934: "Das Superphosphat enthält die Phosphorsäure in wasserlöslicher Form. Diese Phosphorsäure verteilt sich sehr schnell in der Ackerkrume und geht dort mit Kalk, Magnesia, Eisen und Tonerde Verbindungen ein, die in Wasser schwerer löslich sind. In den meisten Fällen, d. h. beim Vorhandensein von genügenden Mengen von kohlen-sau-rem Kalk, geht die Phosphorsäure an diesen und weniger an Eisen und Tonerde. Im Boden entsteht auf diese Weise ein äußerst fein verteilter Niederschlag von Dikalziumphosphat, das einen den Pflanzen leicht zugänglichen Phosphorsäure-speicher darstellt. Die Düngewirkung kann sich auf Jahre hinaus bemerkbar machen. Nur unter sehr ungünstigen Verhältnissen sickert Phosphorsäure in den Untergrund und geht verloren. Im allgemeinen kann man die Regel als gültig betrachten, daß Phosphorsäure nur sehr schwer ausgewaschen wird. Das Superphosphat ist in erster Linie auf allen besseren und schwereren Bodenarten am Platze, da auf ihnen Thomasmehl und Knochenmehl zu langsam zur Wirkung kommen. Bedingung dabei ist, daß der Boden genügende Mengen von kohlesau-rem Kalk enthält. Trifft diese Voraussetzung zu, dann kann man mit einer kräftigen Vorratsdüngung von Phosphorsäure das Düngebedürfnis eines Bodens auf einige Jahre hinaus befriedigen.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Düngung mit Superphosphat aber noch in anderer Hinsicht:

Alle schnellwachsenden und frühreifen Gewächse wünschen während der ersten Jugend eine schnell aufnehmbare Phosphorsäure. Dem Landwirt ist die Tatsache geläufig, daß mit Superphosphat gedüngte Rüben in vielen Fällen schon bei der ersten Hacke den nicht mit wasserlöslicher Phosphorsäure gedüngten um 1 bis 2 Wochen in der Entwicklung voraus sind.

Es ist von größter Wichtigkeit, daß alle Pflanzen eine möglichst kräftige Jugendentwicklung zeigen, damit sie allen Fährnissen der ersten Zeit ihres Daseins schnell entwachsen. Es muß also soviel leicht aufnehmbare Phosphorsäure zur Verfügung stehen, als die Pflanzen nur irgendwie aufnehmen und verarbeiten können".

Superphosphat gehört zu jenen Düngemitteln, denen man eine versäuernde Wirkung nachsagt. Zur Klärung dieses Sachverhalts sind die Untersuchungen Kappens (17) wichtig, die ergaben, daß Superphosphat keinen versauernden Einfluß ausübt. Er schreibt dazu:

"Von Haus aus reagiert das Superphosphat natürlich infolge seines Gehaltes an saurem Monokalziumphosphat und durch seinen, zumeist allerdings nur geringen Gehalt an freier Phosphorsäure (freie Schwefelsäure enthält das normal hergestellte Superphosphat nicht oder nur in kaum faßbaren Spuren) stark sauer.

Eine Reihe von Messungen an wässrigen Lösungen von Superphosphat im Verhältnis von 2 g auf 100 ccm Wasser zeigen einen Ph-Wert zwischen 2,95 und 2,65. Diese saure Reaktion des Superphosphats verschwindet aber sofort im Boden. Das Monokalziumphosphat und die freie Phosphorsäure stoßen nämlich in jedem Boden, gleichgültig ob er alkalisch, neutral oder sauer ist, auf eine große Menge von basischen Stoffen, die eine Überführung der genannten Verbindungen in nicht mehr sauer reagierende und daher leicht lösliche Stoffe bewirken".

"Beobachtungen englischer und amerikanischer Versuchsansteller beweisen dasselbe, und somit wäre es denn an der Zeit, daß endlich einmal das Gerede von der versauernden Wirkung des Superphosphats beendet würde", meint Kappens (17).

Die ersten Untersuchungen über Superphosphat galten seiner Wirkung als Düngemittel auf die Bodenstruktur. Jürgens (13) vertritt die Ansicht, daß für die Schaffung optimaler Bodenverhältnisse sowohl in bezug auf Krümelstruktur und Humushaushalt als auch in bezug auf die Mikrobentätigkeit die Phosphorsäure einen sehr wesentlichen Wirkungsfaktor darstellt. Die Verabreichung höherer Phosphatdüngergaben gewährleistet eine Verbesserung des Bodens in physikochemischer und biologischer Hinsicht. Infolgedessen sei es notwendig, die Düngung mit Phosphorsäure nicht nur vom Stand der Pflanzenernährung als ertragssteigendes Mittel zu betrachten, sondern darüber hinaus ihre Bedeutung auch unter dem Blickwinkel der Bodenpflege zu erkennen. Diese Eigenschaften der Phosphorsäure im Boden berechtigen daher auch zu der Einstufung der P-Dünger neben die Kalkdünger in die Klasse der strukturverbessernden Düngemittel.

Im Durchschnitt weisen im gesamten süddeutschen Raum 80 bis 90 % aller Böden Phosphatmangel auf.

Aus Versuchen von Thomann (37) ersehen wir, daß steigende Phosphatgaben beachtliche Mehrerträge zur Folge haben, die vor allem bei den Hackfrüchten stark ins Gewicht fallen. Aber auch bei Getreide war die höhere Phosphatanwendung durchweg lohnend.

Über Phosphateinfluß auf die botanische Zusammensetzung und die Qualität von Futterpflanzen berichtete Sonneveld, Kurigne und De Vries (33) auf Grund von 143 Grünland- bzw. Feldfutterdüngungsversuchen in den Niederlanden, bei denen neun verschiedene P_2O_5 -Gaben von 20 bis 160 kg/ha verglichen wurden. Die Qualität des Erntegutes stieg nicht linear mit den zugeführten P-Mengen, sondern war im Gegenteil relativ am höchsten bei den niederen Dosierungen. Am besten sprach die P_2O_5 -Düngung auf lehmigen Sand, am schlechtesten auf Moor an. Gute Gräser wurden durch P_2O_5 -Düngung im Wachstum gefördert, während gleichzeitig vorhandene minderwertige Gräser zurückgedrängt wurden. Allein wachsend, reagierten auch die weniger guten Gräser günstig auf die Düngung. Aber nicht nur qualitative Verbesserungen, sondern auch Mehrerträge der Wiesen werden durch Superphosphat-Düngung erzielt. Strobl (35) erhielt folgende Ergebnisse während seiner dreißigjährigen Düngungsversuche:

1. Es konnte ein Mehrertrag an Wiesenheu erzielt werden.
2. Durch die starke Wirkung der Phosphatdüngung konnte der Futterflächenbedarf je Großvieheinheit auf annähernd die Hälfte herabgesetzt werden.
3. Es wurde qualitativ besseres Futter gewonnen. Das von Haus aus sehr phosphorarme Wiesenheu konnte in P-reiches Futter umgewandelt werden, wodurch die Versorgung der Tiere mit Phosphorsäure verbessert werden konnte. Der Eiweißgehalt und -ertrag des Wiesenfutters erfuhren ebenfalls durch die Düngung eine erhebliche Steigerung.
4. Gegenüber den Ackerkulturen ist die Verwertung der Düngerphosphorsäure durch die Wiesenpflanzen besonders günstig und macht den Einsatz der Phosphatdüngung auf dem Grünland äußerst wirtschaftlich.
5. Der Phosphatgehalt des Wiesenbodens wurde durch die dauernde Phosphordüngung sichtbar erhöht, was eine stärkere Durchwurzelung des Bodens zur Folge hatte, die für die Wasserversorgung der Pflanzen in Trockenzeiten von besonderem Wert ist.

Mit der Qualitätsbeeinflussung der Phosphat-Düngung im Bezug auf Futterpflanzen beschäftigte sich auch Gericke (8). Seine Untersuchungen bestätigen, daß die Phosphorsäure eine wichtige Grundlage für die Kohlehydratbildung der Pflanzen ist, und daß infolgedessen überall dort, wo auf die Erzeugung von Kohlehydraten aus Gründen der Qualitätsverbesserung Wert gelegt wird, den Pflanzen ein reichliches Phosphorsäureangebot aus Boden und Dung zur Verfügung stehen muß. Dabei erfährt aber der Eiweißgehalt des Getreides eine entsprechende Abnahme, was an Hand von rund 600 Düngungsversuchen festgestellt wurde. In allen Fällen ist bei den geprüften drei Getreidearten (Gerste, Hafer, Weizen) eine Senkung des Eiweißgehaltes durch erhöhte Phosphat-Zufuhr eingetreten.

Dies ist bei Braugerste und bei Weizen hinsichtlich der Mehlausbeute und Backfähigkeit als Qualitätsverbesserung anzusehen. Weiterhin wird in der Arbeit auf Grund von 139 Düngungsversuchen an Raps, Rüben, Mohn und Sojabohnen berichtet, daß durch die Phosphatdüngung eine Zunahme des Fettgehaltes in der Pflanze erfolgen kann, daß aber die Wahrscheinlichkeit einer solchen Veränderung nur bei Mohn sehr groß ist. Der Mineralstoffgehalt (hier P_2O_5) wird bei ausgereiften Pflanzen durch Phosphatdüngung nur dann merklich verändert, wenn die Kulturpflanzen unter phosphorarmen Verhältnissen aufgewachsen sind. Im allgemeinen ist die Pflanze bestrebt, das Optimum des Phosphatgehaltes zu erreichen, was aus der grundlegenden Bedeutung der Phosphorsäure für die Fortpflanzung erklärlich ist. Auch ist bei jungen wachsenden Pflanzen meist Mangel an Phosphor vorhanden. Hier wird die Versorgung der Pflanzen durch verstärkte Phosphatdüngung im Hinblick auf die Phosphatversorgung der Nutztiere besonders wichtig.

Die vorliegenden umfangreichen Untersuchungsergebnisse zeigen also die große Bedeutung der Phosphorsäure für den Stoffinhalt der Pflanzen und für die Erzeugung von Produkten besserer Qualität. Es liegt also in der Hand des Landwirts, durch ausreichende Phosphorsäureversorgung der Kulturpflanzen nicht nur reichere Erträge zu erzielen, sondern vor allem auch den Erzeugnissen durch Qualitätsverbesserung einen höheren Wert zu geben.

b) Superphosphat-Düngung in bezug auf Tierernährung

"Durch die erhöhten Anforderungen an unsere landwirtschaftlichen Nutztiere ist es unbedingt notwendig, neben den Nährstoffen auch die Mineralstoffe den Tieren in ausreichender Menge zuzuführen", berichtet Hartfield (10). Untersuchungen der letzten Jahre haben ergeben, daß vor allem ein Phosphorsäuremangel bei unseren Milchtieren häufig zu beobachten ist. Aus diesem Grunde wird versucht, den Gehalt an Phosphor in den Futterpflanzen durch erhöhte Phosphorsäuredüngung bzw. Unterteilung der Düngergaben anzureichern, damit bei Heu ein Mindestgehalt von 0,25 % bis 0,3 % P bzw. 0,6 bis 0,7 % P_2O_5 erreicht wird. Am zweckmäßigsten ist es, die Düngung in einmaliger ganzer Gabe vor dem ersten Schnitt zu geben, um den höchsten Phosphatgehalt im Heu zu erreichen. Eine erhöhte Phosphatdüngung der Futterpflanzen bietet dann die Grundlage einer besseren Versorgung unserer landwirtschaftlichen Nutztiere mit Phosphorsäure. Nehring (26) stellt fest, daß nach den Erkenntnissen der letzten Jahre zu schließen, Phosphor ein wesentlicher Faktor für die Gesundheit und die Fruchtbarkeit eines Tieres ist. Mangel an Phosphor bzw. sein stark verschobenes Verhältnis zu Ca läßt neben Veränderungen im Knochengewebe auch

Fruchtbarkeitsstörungen auftreten. Eine zu starke Erhöhung des Ca-Gehaltes in der Futterpflanze und damit eine starke Verschiebung des Ca/P-Verhältnisses (2 : 1) kann sich ungünstig auf die Phosphor-Resorption durch den Darm auswirken.

Eine sachgemäß durchgeführte Phosphatdüngung, in der auch die Versorgung mit organischen Düngemitteln inbegriffen ist, trägt also durch ihren Einfluß auf die Futterpflanzen zur Erhöhung der tierischen Produktion bei.

c) Superphosphat im Stallmist

Um eine Frage von außerordentlicher Bedeutung handelt es sich bei der Verwendung von Superphosphat in Verbindung mit Stallmist. Die Vermischung von Superphosphat mit Stallmist zum Zweck der Ammoniakkonservierung ist alt und in landwirtschaftlichen Lehrbüchern bereits im vorigen Jahrhundert beschrieben, wie wir bei Fruhstorfer (6) lesen.

Aus der Jubiläumsschrift "100 Jahre Superphosphat" (12) können wir die Bedeutung des "Supermistes" entnehmen. Wird Superphosphat mit tierischen Ausscheidungen in Verbindung gebracht, dann setzt es sich mit dem Ammoniak um, wobei aus dem sauren Superphosphat neutrale Verbindungen entstehen. Das Ammoniak wird dabei in eine stabile Verbindung übergeführt, und zwar können 100 kg Superphosphat 4 kg Stickstoff in Form von Ammoniak binden. Außerdem kommt dem Gipsanteil im Superphosphat noch ein gewisser Einfluß auf die Ammoniakbindung zu. Aus dem kohlensauren Ammoniak der flüssigen Ausscheidungen entsteht durch Einwirkung des Gipses schwefelsaures Ammoniak, während der Kalk im Gips in kohlensauren Kalk umgewandelt wird. Diese Reaktion ist jedoch umkehrbar, so daß man vom Gips zwar einen bremsenden Einfluß auf die Ammoniakverdunstung erwarten kann, aber nicht die Herstellung stabiler Verbindungen.

Den Einfluß verschiedener Phosphate auf die Kompostierung von Weizenstroh, Sägemehl und Mischungen von Sägemehl mit Stroh und Dung prüften Dhar und Gaur (5). Nach Kompostierung von Weizenstroh, dem ligninreichen Sägemehl oder Mischungen von Sägemehl mit Stroh oder Dung können bei Zusatz von geringen Bodenmengen bemerkenswerte Festlegungen von Luft-Stickstoff beobachtet werden, die sich bei Gegenwart fein verteilten Rohphosphats noch erhöhen. Das C/N-Verhältnis des bei Gegenwart von Phosphat gewonnenen Kompostes ist geringer als ohne Zusatz. Die bei der Kompostierung herrschenden hohen Temperaturen und steigende Acidität führen zu rapiden Zersetzungen des gebildeten instabilen NH_4NO_2 in $\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 718 \text{ kcal}$).

Der Stickstoffverlust kann jedoch durch Herabsetzung der Temperatur verringert werden, indem die kompostierende Masse gelockert und gewendet wird (etwa 37° C gegenüber sonst gebräuchlichen Kompostierungsmethoden, bei denen die Temperatur bis zu 70° C ansteigt).

Rauhe und Hesse (29) prüften die Wirkung des Zusatzes von Rohphosphat und Superphosphat auf den Rotteprozeß des Frischdungs, weiterhin in Gefäß- und Feldversuchen die Düngewirkung dieser vier bis sieben Monate lang gelagerten Dungarten (400 dz/ha Frischdung) auf den Pflanzenertrag. Superphosphat bewirkte eine 10 %ige Verringerung der Trockenmasse. Bei Gafsa-Phosphorit war dagegen nur ein geringer Schwund an Trockenmasse während der Rotte gegenüber unbehandeltem Dung festzustellen. Ein Zusatz von Superphosphat hatte stets im Vergleich zu anderen Phosphatbeigaben eine höhere Rottetemperatur zur Folge.

Gegenüber dem Rottedung ohne Zusatz stieg die zitronensäurelösliche Phosphorsäure durch die Beimischung von Rohphosphat auf das Doppelte, bei Superphosphat auf das Dreifache an.

Durch Aufschluß des Rohphosphates während der Rotte wurde eine Ertragssteigerung von 3 bis 4 % erreicht, die sich bei Gafsa-Phosphorit mehr im ersten, bei Kola-Apatit mehr im zweiten Jahr auswirkte. Durch Superphosphat-Zusätze zum Stalldung wurden um etwa 10 % erhöhte Mehrerträge erreicht und eine höhere Phosphorsäure-Ausnutzung festgestellt.

Kreybig (19) berichtet über die Phosphorsäurevergärung des Stalldüngers. Dreijährige Vergärungsversuche von Stalldünger mit Zusatz von 2 % Super- oder Rohphosphat und Felddüngungsversuche zeigten gegenüber Kontrollen ohne Superphosphatzusatz folgende Ergebnisse:

1. Bei Zusatz von Superphosphat Temperaturerhöhung.
2. Bei Zusatz von Rohphosphat Temperatursenkung.
3. Sowohl bei Super- oder Rohphosphat höhere Ausbeute und geringere Stickstoffverluste.
4. In dem mit Super- oder Rohphosphat vergorenen Dünger ist die Phosphorsäure teilweise an NH_3 und wahrscheinlich kolloidal und organisch gebunden.
5. Infolge der Stickstoffassimilation geringerer Gehalt an aufnehmbarem Stickstoff, besonders in mit Rohphosphat vergorenem Dünger.
6. Bedeutende Erhöhung des Gehaltes an aufnehmbarer Phosphorsäure.

Kreybig (19) schätzt die Erhöhung von Ausbeute und Wirkungswert des mit Super- oder Rohphosphat vergorenen Stalldüngers auf ca. 20 %.

Auch Kaila (14) schreibt in seinem Artikel: "Anwendung von Superphosphat mit Stallmist" über die Ammoniakkonservierung. Er untersuchte die Ursachen für den Stickstoffverlust während der Lagerung von Stallmist, Sickersaft und Jauche und prüfte die Möglichkeit der Verhütung dieser Verluste durch Zusatz von Superphosphat. Dabei stellte er fest, daß 50 kg Superphosphat den Stickstoff in Form von etwa 2 kg NH_4 binden.

Die Methode ist also nur wirtschaftlich, wenn die Düngerwirkung des Superphosphats in Rechnung gestellt werden kann.

Eine andere Tatsache aber spricht sehr für die gemeinsame Anwendung von Superphosphat und Stallmist. Während in vielen Böden die Phosphorsäure des Superphosphats auf Grund der feinen Verteilung festgelegt und schwer ausnutzbar wird, erfolgt bei gemischtem Stallmist-Superphosphat-Dünger eine mehr nesterartige Verteilung der Phosphorsäure, die einer Festlegung entgegenwirkt.

Dabei hat sich herausgestellt, daß die Ausnützung des Superphosphats noch etwas besser ist, wenn es erst nach der Rotte mit dem auszubringenden Stallmist gemischt wird, offenbar deshalb, weil in diesem Falle die erwünschte nesterartige Verteilung noch besser gewährleistet wird.

4. Fluorschädigungen durch Superphosphatfabriken

Über den Fluorgehalt im Boden und im Gemüse in der Nähe einer Superphosphatfabrik schreibt Lindberg (22), daß in der Umgebung einer Superphosphatfabrik ein erhöhter, jedoch mit der Entfernung von der Fabrik abnehmender Fluorgehalt im Boden, im Gemüse, im Heu und dadurch auch in der Kuhmilch, sowie schließlich auch in der Frauenmilch festgestellt wurde.

5. Einfluß von Superphosphat auf das Bakterienwachstum

Dem Superphosphat wird eine hemmende Wirkung auf das Bakterienwachstum zugeschrieben, ausgehend von der Überlegung, daß durch Superphosphatzusatz das Nährsubstrat und vor allem sein Ph-Wert verändert werden. In Betracht kommen die im Stall vorkommenden NH_3 -bildenden Keime sowie gewisse pathogene Mikroorganismen, unter diesen vor allem die Erreger der Mastitis. Über eine negative Beeinflussung der NH_3 -bildenden Keime bestehen allerdings nur Mutmaßungen.

Eine Ausnahme hiervon ist die schon 1934 erschienene Arbeit von Bryan und Andrews (3) "Does hydrated lime or 20 % Superphosphate kill any bacteria

when used in the dairy - bam?" Die Autoren bezeichnen Superphosphat als gutes Desinfektionsmittel und kommen an Hand von *in-vitro*-Versuchen zu dem Schluß, daß Superphosphat eine bakterizide Wirkung gegenüber E. coli, Bruc. suis und Mastitisstreptokokken ausübt. Die Autoren fanden nach Superphosphatanwendung keine Bakterien auf dem Kuhstallboden.

Als erste Empfehlung, die Superphosphateinstreu für Hygienezwecke zu verwenden, bezeichnet Métiviér (24) die bereits 1909 erschienene Flugschrift von Schlösing & Co. Die "International Superphosphate-Manufactures' Association" jedoch ist erst 1956 auf die Bedeutung der Superphosphat-Verwendung zur Verbesserung der Stallhygiene aufmerksam geworden.

Französische Untersuchungen über das Thema "Superphosphat und Stallhygiene" sind ausgelöst worden durch einen 1954 an die "Société du Superphosphat" ergangenen Hinweis, ein Bauer vermute Zusammenhänge zwischen dem Einbringen von Superphosphat in seinen Stall und dem Zurückgehen der Mastitisfälle. 1954 bis 1957 wurden statistische Aufstellungen über das Auftreten verschiedener Krankheiten in den Ställen mit und ohne Anwendung von Superphosphat gemacht, über deren Ergebnisse Métiviér (25) und Lagneau (20) berichten.

Als Einstreumengen wurden pro Tag verwendet: Bei Rindern 500 g Superphosphat pro GVE oder etwa 150 g/m^2 , bei Schafen 80 bis 100 g/m^2 bzw. 500 g einmalig vor dem Lammern, bei Schweinen 150 g/m^2 bzw. 2 bis 3 kg einmalig vor dem Ferkeln, wobei Lagneau (20) es für notwendig hält, die Gaben hier auf 500 bis 600 g/Tier und Tag zu erhöhen. Bei Geflügel werden 20 bis 30 g pro Tier an jedem zweiten bis dritten Tag empfohlen. Die übereinstimmenden Ergebnisse an Hand dieser Aufstellungen sind: Eine Verringerung der ernstesten Mastitisfälle bei Schafen und Rindern, eine Verminderung und bessere Beeinflussung der leichten Fälle, selteneres Auftreten von Mastitiden bei Schweinen und dadurch bedingtes besseres Verhalten der Sauen gegenüber den Jungtieren, geringere Anfälligkeit bei diesen, außerdem eine günstige Beeinflussung der Kälber- und Lämmerinfektionen. Beide Autoren verweisen außerdem auf eine günstige Beeinflussung des Verlaufs der Maul- und Klauenseuche, wobei durch wiederholtes Streuen von Superphosphat auf die Klauen und die Verwendung desselben als Einstreu die Krankheit zum Verschwinden gebracht wird. Demnach müßte also dem Superphosphat auch ein Einfluß auf Viren eigen sein; sofern nicht die Besetzung als eine Folge der Wirkung des Superphosphats auf die bakteriellen Sekundärinfektionen anzusehen ist.

Lagneau (20) warnt jedoch gleichzeitig vor übertriebenem Optimismus, d.h. vor Anwendung des Superphosphats unter Weglassung der üblichen therapeutischen und prophylaktischen Maßnahmen. Mastitisserregende Keime

seien trotz Superphosphateinstreu nach wie vor in der Milch gefunden worden.

Zahlreiche andere Autoren beziehen sich auf diese Ergebnisse der französischen Forscher und berichten selbst über entsprechende Erfahrungen. So berichtet Fruhstorfer (6) von einer Virulenzabnahme der Erreger von Mastitiden und Panaritien.

Es ist nun zu berücksichtigen, daß alle, die vorher genannten Ergebnisse, wie die Verfasser selbst schreiben, ein erster Ansatz zur Beantwortung dieser Fragen sind. Die Vergleiche wurden gezogen zwischen verschiedenen Herden unter annähernd gleichen Bedingungen oder auch zwischen der Krankheitsanfälligkeit in verschiedenen Zeitabschnitten bei ein und derselben Herde.

Um die Frage der Bakterienbeeinflussung durch Superphosphat genauer zu erklären, wurden von Goret und Pilet (9) *in-vitro*-Versuche mit verschiedenen Keimen vorgenommen. Zuerst prüften die Autoren die bakteriostatische Wirkung des Superphosphats mit Hilfe einer 20 %igen Superphosphatlösung und Keimsuspensionen, deren Dichte 200 Millionen pro ccm betrug. Zu 2,5 ccm Nährlösung und 0,25 ccm der betreffenden Keimsuspension wurden aufsteigend von 0,01 bis 1 ccm 20 %ige Superphosphatlösung gegeben und auf 5 ccm mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt. Nach 24 Stunden wurde der Inhibitionsgrad festgestellt, d.h. aus der geringsten noch zur Abtötung führenden Superphosphat-Konzentration und der stärksten, noch Wachstum ermöglichen Lösung wurde das Mittel gezogen und die Superphosphatmenge auf einen Liter berechnet.

Die bakteriostatische Dosis betrug für *Micrococcus pyogenes* und *Streptococcus pyogenes* 70 ccm Superphosphatlösung; für *Bac. anthracis*, nicht sporuliert, *E. coli* und *Pseudomonas aeruginosa* 110 ccm Superphosphatlösung pro Liter.

Dann wurde von den gleichen Autoren die bakterizide Wirkung des Superphosphats untersucht. Hierzu wurden bakteriengetränkte Papierstückchen über verschieden lange Zeiträume in 20 %iger Superphosphatlösung gelassen und nach dreimaligem Waschen in Nährlösung gebracht. Diese wurde dann nach 24 und 48 Stunden Bebrütung auf ihren Keimgehalt untersucht.

Es waren nach einem 1/4stündigen Kontakt mit Superphosphat abgetötet: *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Past. multocida*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Salmonella pullorum*.

Nach 1/2stündigem Kontakt war *Micrococcus pyogenes* abgetötet, nach einem

Kontakt über 5 Stunden E.coli. (Die Papierstückchen wurden nach einer und nach fünf Stunden aus den Testlösungen herausgenommen.)

Um nun festzustellen, welchen Einfluß gestörte osmotische Verhältnisse sowie der niedrige pH-Wert der Superphosphatlösung auf die Keime haben, führten die Autoren die gleichen Untersuchungen mit destilliertem Wasser und mit 0,85 %iger Kochsalzlösung, beides mit einem pH-Wert von 3, der Acidität der 20 %igen Superphosphatlösung entsprechend, durch. Außerdem wurde physiologische Kochsalzlösung vom pH-Wert 7 zum Vergleich herangezogen. Es wird in dem vorliegenden Versuchsbericht nicht erwähnt, auf welche Weise der pH-Wert 3 für die Superphosphatlösung festgestellt wurde, und mit Hilfe welcher Säure die zum Vergleich verwendeten Lösungen auf diesen pH-Wert eingestellt wurden. Die Ergebnisse dieser vergleichenden Untersuchungen führen zu dem Schluß, daß der negative Einfluß der 20 %igen Superphosphatlösung auf das Bakterienwachstum stärker ist als derjenige von destilliertem Wasser und von 0,85 %iger Kochsalzlösung vom gleichen pH-Wert. So z. B. überlebte Micrococcus pyogenes 1/4 Stunde in Superphosphatlösung, eine Stunde in destilliertem Wasser und 5 Stunden in 0,85 %iger Kochsalzlösung. E.coli war in Superphosphat nach 5 Stunden abgetötet, in destilliertem Wasser und 0,85 %iger Kochsalzlösung jedoch noch nach 24 Stunden lebensfähig.

Goret und Pilet (8) folgern aus ihren Versuchsergebnissen, daß die Abtötung der untersuchten Bakterien nicht allein durch saures Milieu oder gestörte osmotische Verhältnisse, sondern durch einen im Superphosphat enthaltenen Faktor - die Autoren vermuten durch PO_4 - Jonen - verursacht wird.

6. Entstehung von Mastitiden

Die Ursachen der Euterentzündungen sind nach Nieberle und Cohrs (28) mechanischer, toxischer oder infektiöser Art. Mechanisch bedingte Entzündungen entstehen im Anschluß an Traumen, die in verschiedenster Art die Milchdrüse treffen können. Besonders hervorzuheben sind der gelegentlich zu große Vakuumsdruck der Melkmaschinen, zu kurze Stände, wodurch es beim Liegen der Tiere zum Druck auf das Eutergewebe durch die Kante am Ende der Liegefläche kommt. Als toxische Ursachen kommen therapeutische Infusionen in die Zisterne in Frage. Ob es auch eine sogenannte toxische Ausscheidungsmastitis gibt, bei der toxische, im Körper vorhandene Substanzen bei ihrer Ausscheidung durch die Milch entzündlich reizend auf das Eutergewebe wirken, ist nicht einwandfrei erwiesen. Ein Vergleich mit der Nephritis liegt allerdings nahe.

Die größte praktische Bedeutung kommt den infektiösen Euterentzündungen zu.

In Frage kommen dabei nach Nieberle und Cohrs (28) hauptsächlich folgende Bakterien: Strept. agalactiae, Strept. dysgalactiae, andere Strepto- und Staphylokokken, Escherichia coli, Corynebact. pyogenes.

Auch Mischinfektionen kommen vor. Teils sind diese erwähnten Bakterien schon normale Bewohner der Zisterne, teils von außerhalb in das Euter gelangt. Nehmen normale Bewohner der Zisterne pathogene Eigenschaften an, so setzt dies eine Minderung der Resistenz des Tieres oder eine Virulenzsteigerung der betreffenden Bakterien voraus. Die Resistenz des Tieres bzw. des Eutergewebes spielt beim Zustandekommen einer Euterentzündung eine sehr wichtige Rolle. Aus Versuchen von Kielwein, Harr und Reißhauer (18) erfahren wir, daß selbst das Einbringen von gewissen euterentzündungserregenden Bakterien (Galtstrept.), gewonnen aus dem Sekret euterkranker Tiere, noch keine Mastitis erzeugt, wenn nicht die Disposition dazu gegeben ist.

Als prädisponierende Faktoren beim Zustandekommen von Mastitis auf infektiösem Weg zählt Neundorff (27) folgende auf:

1. Die Hochleistungszucht. Rund 75 % aller an Mastitis erkrankten Tiere sind Hochleistungstiere oder "höchst strapazierte".
2. Schlechte Erbhigiene, als deren Folge man heute in ungewöhnlich hohem Maße bei den Rindern angeborene und erworbene Mißbildungen und Fehler am Euter (Afterzitzen, Zwischenzitzen, Beizitzen, fehlerhafte Größen der Zitzen und der Zitzenräume, Tellerzitzen, Trichterzitzen, Taschenzitzen, Schließmuskelfehler, Zitzenstenosen, Zitzensepten, Aplasie, Agalactie oft mehrerer Euterviertel usw.) findet. Diese Erscheinungen führen früher oder später zu Euterschäden und Mastitiden.
3. Der Stoffwechselhaushalt der Kuh muß in eine vernünftige Relation zu den außerordentlichen Anforderungen an das Euter der Leistungstiere gebracht werden. Nach neueren Beobachtungen scheint die Einseitigkeit selbst hochwertiger Futtermittel prädisponierende Voraussetzungen für das Entstehen von Mastitiden zu schaffen. So ist gehäuftes Auftreten von Mastitiden bei unausgeglichem oder auch inkonstantem Eiweiß-Kohlehydrat-Verhältnis, bei einseitiger Zuführung zu großer Mengen Eiweiß, bei ungenügender Menge an Grünfütter mit qualitativ unzureichenden Mengen von Kohlehydraten sowie bei einseitiger Verfütterung von frischem, stark eiweißhaltigem Leguminosen-Gras-Gemisch zu beobachten.
4. Umwelteinflüsse, wie Witterungseinflüsse, starke Temperaturschwankungen, unhygienische Stallverhältnisse, unterschiedliche Fütterungsverhältnisse, schlechte Melkhigiene und -technik und zu kurze Stände, bei denen es leicht zu Quetschungen des Eutergewebes kommt usw. Der Verfasser erinnert daran, daß Colimastitis oft mit dem Einsetzen der intensiven Verfütterung von Rüben-

blatt und Silagen auftritt. Ferner ist zu beachten, daß nach neueren Untersuchungen auch im Eutergewebe eine Umbildung von Karotin zu Vitamin A stattfindet, so daß besonders nach Dürrejahre bzw. Vitamin-A-armer Winterfütterung hypovitaminotische Zustände mit Atrophie und Degeneration von Schleimhaut und Drüsenepithel auftreten, was wiederum prädisponierend für Infektionen wirkt. Zu dem Komplex der Umwelthygiene gehört weiterhin die Beobachtung, daß im Rahmen eines gestörten Puerperiums bei gleichzeitigem Bestehen einer Mastitis in Uterus und Euter die gleichen Keime festgestellt werden. Im Falle der Colimastitis erklärt man diesen Zusammenhang so, daß entweder eine intensive Besiedlung des Cavum Uteri und eine Schwächung der Widerstandskraft hämatogen eine Mastitis im Sinne einer Metastase zur Folge hat, oder das permanente Abfließen des Lochialsekrets führt zur Verunreinigung der hinteren Euterpartie und damit zur Mastitis auf galactogenem Wege.

7. Bekämpfung der Mastitis

Die Mastitisbekämpfung gelingt nur, so schreiben Tilgner und Neumann (38), wenn man sich dabei nicht auf die Applikation von Medikamenten allein beschränkt und verläßt, sondern wenn man darüber hinaus der Prophylaxe und der Hygiene im Kuhstall erheblich mehr Aufmerksamkeit schenkt, als dies im allgemeinen bisher geschehen ist. Gedacht wird hierbei an die strikte Durchführung der Euter- und Händedesinfektion beim Melken, sowie an die regelmäßige und sorgfältige Desinfektion der Melkmaschinen.

Die Verfasser stellen anschließend folgende Kardinalforderungen auf, um die Mastitisbekämpfung erfolgreich durchzuführen:

1. Die Therapeutika sind unter Berücksichtigung der bakteriologischen Ursachen in genügend hoher Dosierung *lege artis* zu verabreichen. Die bakteriologische Mastitisdiagnose bestimmt die Auswahl des Medikaments. In hartnäckigen Fällen sind Antibiotika-Resistenzprüfungen einzuschalten.
2. Nach stattgefundener Euterbehandlung sind stets 1 bis 2 bakteriologische Nachkontrollen vorzunehmen, um therapieresistente bzw. rezidivierende Krankheitsfälle frühzeitig erfassen und gegebenenfalls erregerspezifische Nachbehandlung einleiten zu können.
3. Um Neuentstehungen nach Möglichkeit zu verhindern, sind seitens des Melkpersonals dringend desinfektorische Maßnahmen (Euter-, Hände- und Maschinendesinfektion) durchzuführen.
4. Kühe, die trotz mehrmaliger Behandlung mit verschiedenen Medikamenten nicht geheilt werden und klinische Euterveränderungen aufweisen (Verhärtung,

Knotenbildung, Atrophie), sind radikal auszumerzen. Merkt (23) weist darauf hin, daß ein erfolgversprechendes Mastitisbekämpfungsverfahren die Beachtung der erblichen Einflüsse neben die selbstverständlichen hygienischen Forderungen stellen muß. Er fordert ferner, den Züchter für das Zuchtvieh einer "mastitisfreien Kuhfamilie" zu gewinnen.

Eine Mastitisbekämpfung läßt sich nur wirkungsvoll durchführen, so meint Neundorff (27), wenn man die prädisponierenden Faktoren so niedrig wie möglich hält. Weiterhin sei die mögliche Rolle des Menschen als Überträger von Mastitiserregern zu beachten. Das gelte nicht nur für die Keimverschleppung durch Kleidung, Schuhwerk usw., sondern auch für die Funktion des Menschen als Dauerausscheider bestimmter Mastitiserreger (Pneumokokken, vielleicht auch Galtstreptokokken). Dabei verdiene nicht nur das akute Stadium der menschlichen Erkrankung prophylactisches Interesse, sondern auch die Rekonvaleszens von Erkrankungen der oberen und tieferen Luftwege, des Rachens und der Schädelhöhlen (Angina, Pneumonie, Otitis media usw.).

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Mir wurde die Aufgabe gestellt, den Einfluß der Superphosphateinstreu auf die Häufigkeit des Vorkommens von Mastitiden zu untersuchen. Die Frage des Zustandekommens von Euterentzündungen beim Rind ist von erheblicher praktischer Bedeutung, zumal die Verbreitung von Euterinfektionen recht weitgehend ist und offenbar immer noch zunimmt. Die Mastitis hat sich in den Ländern, die die Tuberkulose ausrotten und die Bangseuche praktisch unter Kontrolle bringen konnten, inzwischen zum Feind Nr.1 im Kuhstall entwickelt. Auch in Deutschland verursacht diese Krankheit namentlich in Hochleistungsbetrieben erhebliche Störungen und erfordert in steigendem Umfang tierärztliche Hilfe. Die bei Einführung der Antibiotika entstandene Hoffnung, es könne gelingen, die Euterseuchen des Rindes endgültig zu beseitigen, hat sich nicht erfüllt.

1. Material und Methodik

Es standen mir sechs nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählte Bestände für meine Untersuchungen zur Verfügung:

1. Der Besitzer mußte sich bereiterklären, gewissenhaft täglich je GVE 0,5 kg Superphosphat in das Stroh zu streuen.
2. In den Beständen waren bereits euterentzündungserregende Bakterien, und zwar nur Kokkeninfektionen, vom Eutergesundheitsdienst an Hand von Milchproben nachgewiesen worden. Da Superphosphat nur auf Keime, die vorwiegend galaktogen sind, nicht jedoch auf solche, die evtl. auch haematogen ins Euter gelangen können, einen Einfluß ausüben kann, war für meine Versuche nur die erstere Keimart von Interesse.
3. Bei vier Betrieben wurde der ganze Bestand mit Superphosphat eingestreut. Bei dreien davon wurden auch die stallhygienischen Verhältnisse berücksichtigt sowie das Stallklima kontrolliert. Von den Beständen befand sich einer (Betrieb 1) in sehr gutem, Betrieb 2 in schlechtem und Betrieb 3 in mittelmäßigem Zustand. In zwei weiteren Betrieben wurde nur der halbe Bestand mit Superphosphat eingestreut.
4. Während der Zeit meiner Versuche wurde bei den an Mastitis erkrankten Tieren keine Euterbehandlung durchgeführt.

Die vier Bestände mit Ganzeinstreu

Betrieb 1:	23 Kühe
Betrieb 2:	15 Kühe
Betrieb 3:	19 Kühe
Betrieb 4:	<u>13 Kühe</u> (ohne stallklimatische Messungen)
	70 Kühe

Die zwei Betriebe mit Halbeinstreu

Betrieb 5:	12 Kühe
Betrieb 6:	<u>43 Kühe</u>
	65 Kühe

2. Entnehmen und Auswerten der Milchproben

Bevor mit der Einstreu von Superphosphat begonnen wurde, mußte die Ausgangsbasis geschaffen werden und durch Entnahme von Milchproben der Grad der Mastitisverseuchung im Stall festgestellt werden.

Um das Anfangsgemisch, an Hand dessen durch Laboruntersuchungen der Nachweis von Euterinfektionen geführt wurde, zu gewinnen, wurde jedes Zitzenende mit Zellstoff zuerst vom groben Schmutz gereinigt und dann mit 70 %igem Äthylalkohol desinfiziert. Der erste Milchstrahl wurde nicht aufgefangen. Anschließend wurden etwa 10 ccm Milch in ein steriles und markiertes Reagenzglaschen eingemolken und mit einem ebenfalls sterilen Zellstoffstopfen gut verschlossen. Die so gewonnenen Milchproben wurden vom Eutergesundheitsdienst untersucht. Um optisch eine Groborientierung über Normalität oder Veränderungen der Milch zu erzielen, führte man hier zuerst den Schalmtest durch.

Dies ist ein Verfahren zur Diagnostizierung einer Mastitis, das auch direkt im Stall an der Kuh vorgenommen werden kann. Es beruht auf der Verbindung eines oberflächenaktiven Stoffes, der mit dem Protein der Leukozyten in Reaktion tritt. Ein ebenfalls in der Testflüssigkeit befindlicher Farbindikator zeigt eine eventuelle Verschiebung des pH-Wertes in der Milch an.

Man bedient sich bei diesem Test einer weißen Plastikschaale mit vier Aufsätzen. In jeden Aufsatz werden ca. 2 ccm Milch aus der entsprechenden Zitze gegeben. Ein Überschuß an Milch wird durch fast Senkrechtheigen der Plastikschaale ausgegossen. Anschließend erfolgt die Zugabe der Testflüssigkeit im Verhältnis 1 : 1. Milch und Testflüssigkeit werden durch kreisförmige Bewegungen der Plastikschaale gemischt, und die eintretende Reaktion wird gleichzeitig beurteilt. Bei Gegenwart von Leukozyten ergibt sich eine Konsistenzänderung, deren

Grad von der Anzahl der Zellen in der Milch abhängig ist. Diese Konsistenzänderung äußert sich bei zweifelhaft verlaufender Reaktion als leichte Schlierenbildung, bei schwach positiver Reaktion als verstärkte Schlierenbildung, jedoch ohne Tendenz zur Gelbildung. Bei deutlich positiver Reaktion tritt eine augenblickliche Verdickung der Mischung sowie eine geringgradige Gelbildung ein. Bei stark positiver Reaktion tritt eine starke Konsistenzänderung, eine Gelformung ein, die eine konvexe Oberfläche der Mischung bedingt. Der Farbumschlag des Indikators ist einerseits vom Laktationszustand der Kuh und andererseits vom eventuellen Vorhandensein einer Mastitis abhängig.

Durch diese Untersuchungsmethode werden Viertel mit Sekretionsstörungen mit Sicherheit herausgefunden. Gleichzeitig erhält man einen Anhaltspunkt über das Ausmaß der Sekretionsänderung.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wurden zur Differenzierung der Bakterien und um gleichzeitig zweifelhafte Ergebnisse des Schalmtestes zu sichern, Ausstriche auf Blutplatten gemacht. Dieser Nährboden wird hergestellt aus:

Tryptose Blood Agar Base (Difco)

Bacto - Tryptose 10 g
Bacto - Beef Extract 3 g
Sodium - Chloride 5 g
Bacto - Agar 17 g

Aeskulin 0,1 %,

Rinderblut gewaschen 7 %,

Rinderblut ungewaschen 5 %.

Die beimpften Platten wurden bei 37° C 24 Stunden lang bebrütet und die Ergebnisse ausgewertet. Die Resultate wurden in eine vorgezeichnete Liste eingetragen und graphisch dargestellt.

3. Die stallklimatischen Messungen

Es wurden bei den bereits erwähnten Beständen in 14tägigen Abständen klimatische Messungen durchgeführt, um die Angaben zu prüfen, wonach durch Zugabe von Superphosphat zur Einstreu eine Verbesserung des Stallklimas, vor allem eine Reduktion des NH_3 - und des Luftfeuchtigkeitsgehaltes, hervorgerufen werden soll. Würde sich diese Wirkung bestätigen lassen, so hätte Superphosphat auch eine indirekte Möglichkeit, das Auftreten von Mastitiden über die Verbesserung des Stallklimas, eines prädisponierenden Faktors bei der Mastitisentstehung, einzuschränken. Die Messungen erfolgten nach einem bestimmten Sche-

ma, und zwar wurden festgestellt:

Luftfeuchtigkeit und NH_3 -Gehalt der Stallluft sowie CO_2 -Gehalt und Stalltemperatur. Außerdem wurden auch Temperatur und Feuchtigkeit der Außenluft gemessen. Besonders berücksichtigt wurden die NH_3 -Werte und die Stallluftfeuchtigkeit. Die Temperatur-, Feuchtigkeits- und CO_2 -Messungen sind in der Stallmitte in etwa 1 m Höhe vorgenommen worden. Die Bestimmung des NH_3 -Gehaltes erfolgte nach der Pettenkofer-Methode. Die hierzu benötigte n/10 Schwefelsäure wurde fertig bezogen. Ihre Konzentration betrug 4,9 g H_2SO_4 pro Liter. Es wurde eine Plastikflasche mit 10 l Fassungsvermögen benutzt, in die nach dem Ausleeren des Wassers im Stall 50 ccm n/10 H_2SO_4 gegeben wurden. Nach 5 Minuten langem Schütteln wurden 20 ccm H_2SO_4 entnommen und im Becherglas mit zu 3% in 70%igem Alkohol gelöstem Rosol als Indikator gegen eine n/10 Ammoniaklösung titriert, bis der Umschlag von gelb zu rot erfolgte. Die n/10 NH_3 -Lösung enthält 1,7 g Ammoniak pro Liter. Sie war vor der Lösung so eingestellt worden, daß 20 ccm die gleiche Menge an H_2SO_4 neutralisierten. 1 ccm NH_3 -Lösung enthielt also 1,7 mg NH_3 , und ich mußte, um die in 20 ccm H_2SO_4 - entsprechend 4 l Luft - enthaltene Ammoniakmenge zu bekommen, die Anzahl der fehlenden, also gebundenen ccm H_2SO_4 mit 1,7 multiplizieren. Der 4. Teil hiervon ergab dann die Menge in 1 l Luft und damit den o/oo-Gehalt.

Die Bestimmung des CO_2 -Gehalts wurde mit dem Drägerschen Gasspürgerät und 0,1 a CO_2 -Prüfröhrchen durchgeführt. Die Luftfeuchtigkeit wurde mit einem Hygrophil-Gerät gemessen.

Bei diesem Gerät handelt es sich um ein neuartiges thermo-elektrisches Instrument, das nach dem Psychrometer-Prinzip die Temperatur am trockenen und feuchten Thermometer registriert, d.h. die Meßergebnisse werden auf ein Milliampèremeter übertragen, dessen Skala eine direkte Ablesung der Temperaturwerte erlaubt. Der Ventilator des Gerätes wird durch zwei kleine Batterien betrieben. Die relative Luftfeuchtigkeit wird mit Hilfe eines Spezial-Rechenschiebers ermittelt.

4. Untersuchungsergebnisse

Bei Ganzeinstreu von Superphosphat unter Berücksichtigung des Stallklimas bzw. der Stallhygiene waren bei Betrieb 1 folgende Ergebnisse und Verhältnisse zu verzeichnen:

Der Stall befand sich im Ostschenkel eines U-förmigen Gebäudekomplexes. Er wurde 1955 erbaut und machte einen sehr gepflegten Eindruck. Die Jauche-

grube und Mistablage befanden sich an der Ostseite der Stallung (siehe Bildtab. I, 1). Der Stall war 20 Meter lang und hatte an seiner Südseite 8 Fenster 1,5 m x 1,5 m groß. An seiner Nordseite war er an die Scheune angebaut und durch zwei Türen betretbar. Hier befand sich auch ein Luftschacht von 1 m². Die Breite des Stalles war 12 Meter. An der Ostseite waren drei Fenster 2 m x 1,5 m und an der Westseite ein Fenster 2 m x 1,5 m sowie zwei Türen und ein Tor von 2,5 m Breite. Die Höhe des Stalles betrug 2,40 m. Er war bis zu 1,20 m Höhe gefliest. Der gesamte Rauminhalt betrug 576 m³. In dem Stall waren 28 GVE untergebracht; somit treffen 20,6 m³ Luftraum auf 1 GVE. Das Verhältnis Fenster : Bodenfläche war 1 : 20, also ein sehr günstiges. Die Tiere befanden sich in einem Mittel-Langstand (siehe Bildtab. II, 2). Ein 2,5 m breiter Futterweg und beiderseits ein Futtertrog von 30 cm zog sich in der Mitte der Länge nach durch den ganzen Stall (siehe Stallbauskizze Abb. 1). Die Tiere wurden von einem gelerntem Melkerehepaar gut versorgt. In einem kleinen Nebenraum des Stalles wurde die Melkmaschine aufbewahrt. Dieser Raum war ebenfalls in sauberem Zustand. Boden und Seitenwände waren gefliest und die Melkanlagen fachmännisch betreut (siehe Bildtab. III, 1, 2, 3).

In diesem Stall wurde bei dem ganzen Bestand Superphosphat der Einstreu beigemischt.

Um einen evtl. Einfluß des Superphosphats auf Mastitiden mit Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse im Stall zu erkennen, wurden hier einige stallklimatische Messungen durchgeführt.

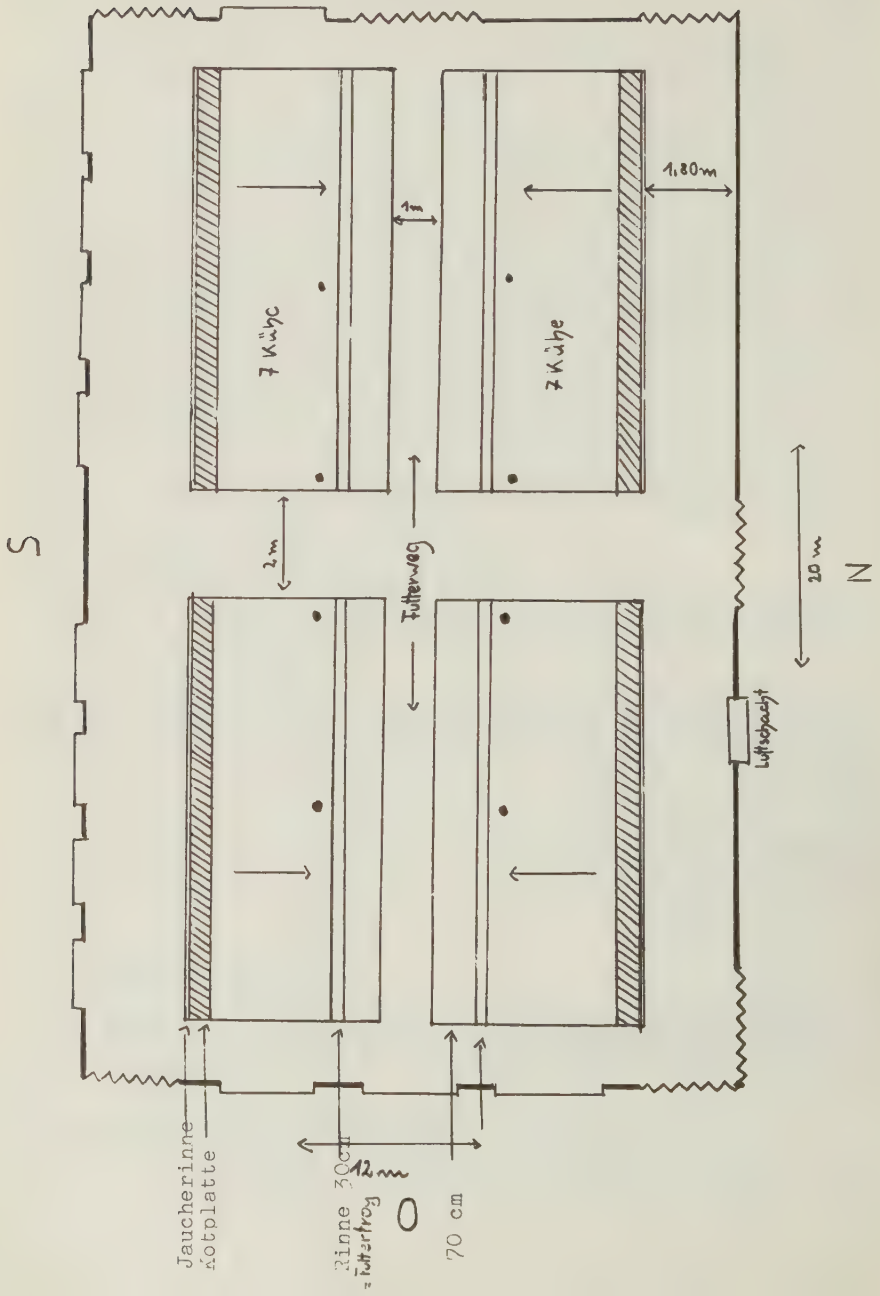
Die ersten beiden Messungen wurden noch vor der Einstreu mit Superphosphat gemacht, um eine evtl. Besserung, vor allem der NH₃-Werte und der relativen Luftfeuchtigkeit im Stall, feststellen zu können.

Die Ergebnisse waren bei der:

1. Messung am 2.2.1962

Innentemperatur:	10,2° C	siehe Abb. 2
Außentemperatur:	- 3° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,19 %	Abb. 3
NH ₃ -Wert:	0,27 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	73 %	Abb. 4
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	100 %	

Stallskizze von Betrieb 1. Abb. 1



Bildtabelle 1



Ost-S.



Süd-S.



Süd-S.

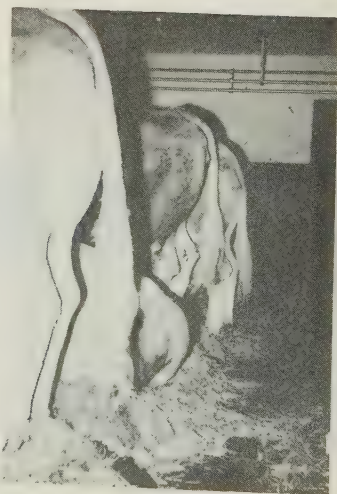


Westseite

Bildtabelle 2



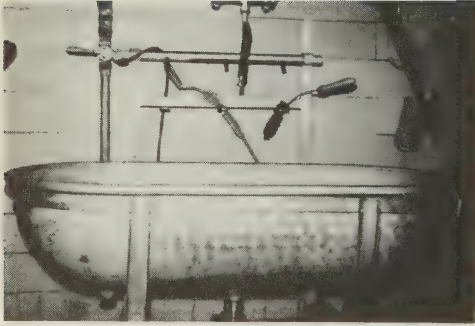
Innenansicht



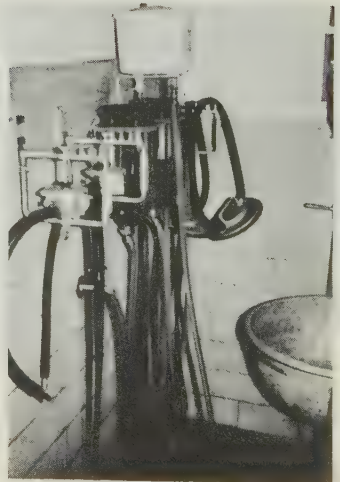
des Stalles v. Betrieb 1



Bildtabelle 3



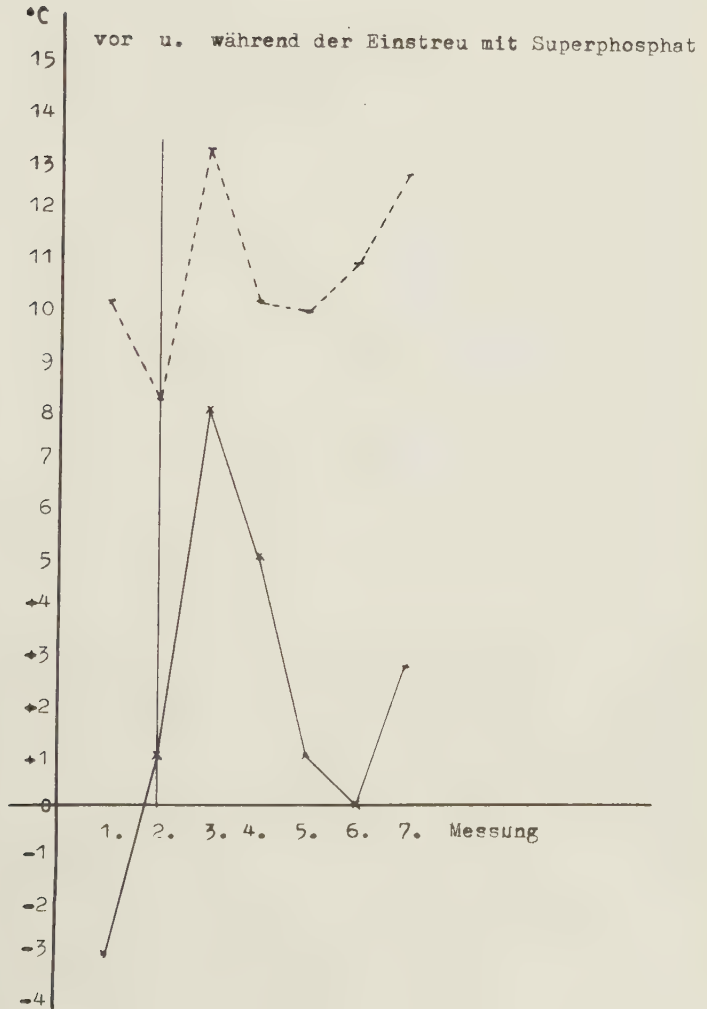
Raum für
Melkmaschine
in Betrieb 1



Betrieb 1. Abb. 2

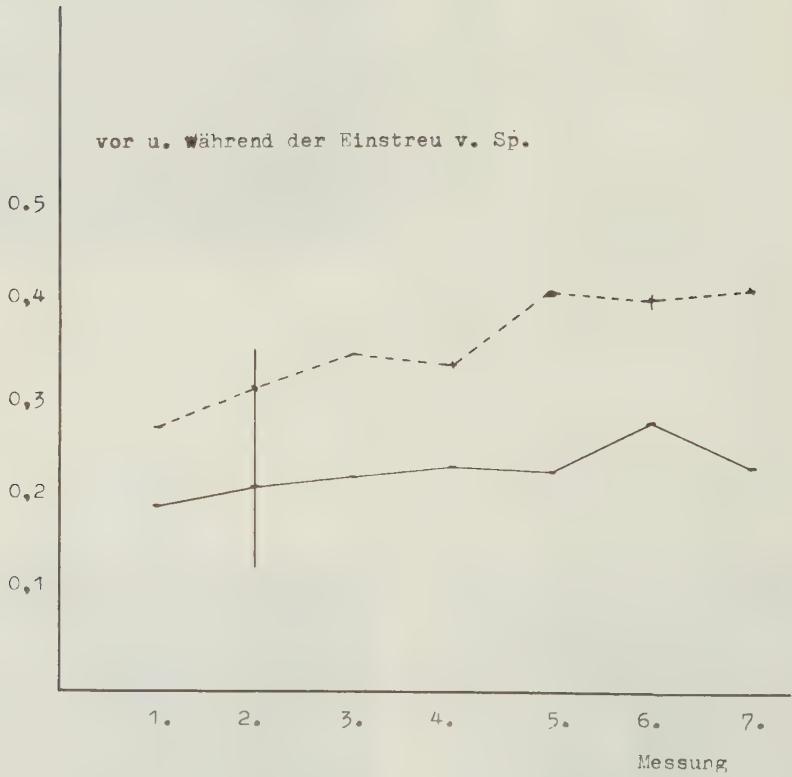
Innentemperatur: ---

Außentemperatur: —



Betrieb 1. Abb. 3

CO₂ ‰ —
NH₃ ‰ ---

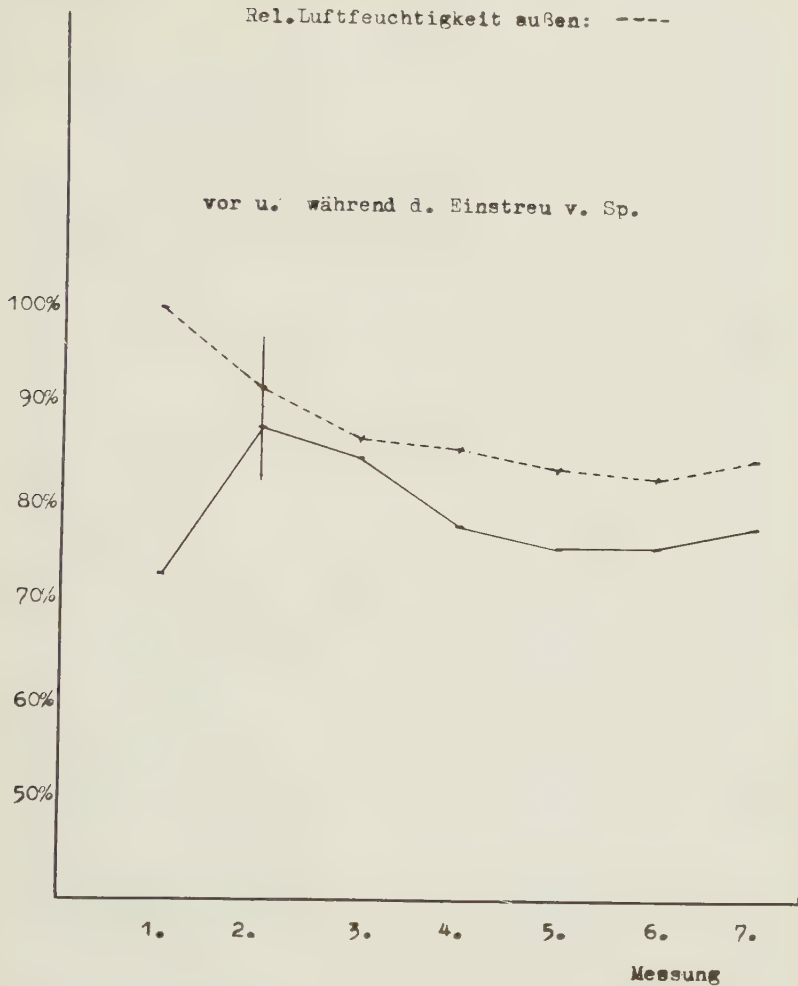


Betrieb 1: Abb. 4

Rel.Luftfeuchtigkeit innen: —

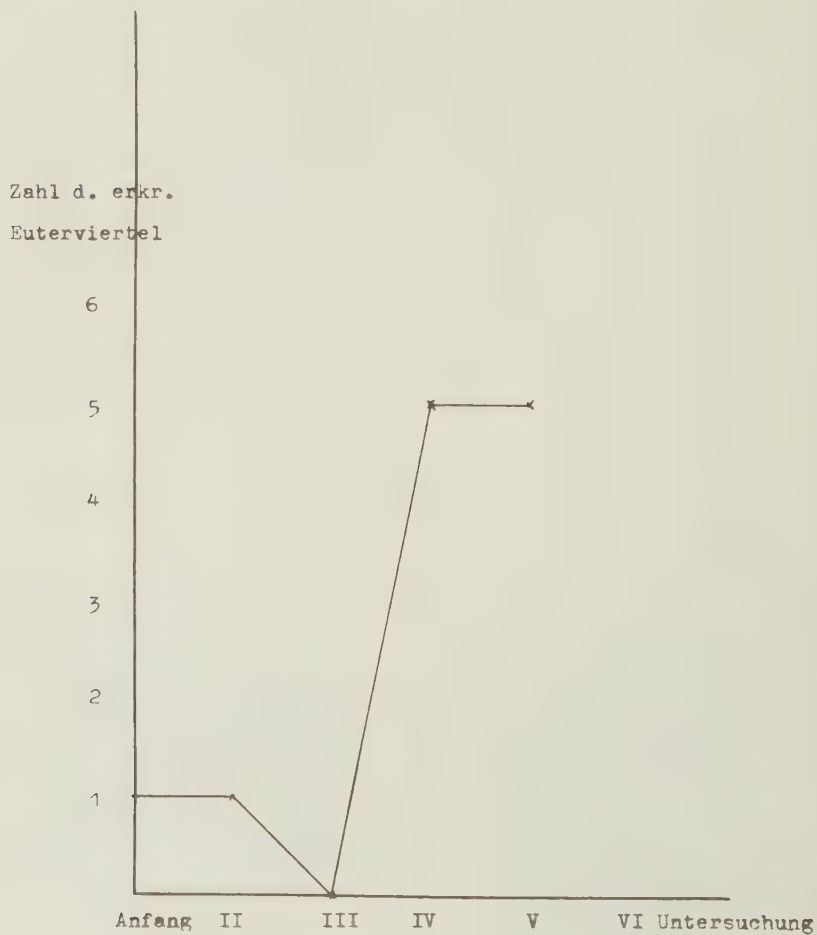
Rel.Luftfeuchtigkeit außen: - - -

vor u. während d. Einstreu v. Sp.



Ergebnisse der Milchuntersuchungen bei Ganz -
einstreu von Superphosphat in Betrieb 1:

Abb. 5



2. Messung am 3. 2. 1962

Innentemperatur:	8,2° C	Abb. 2
Außentemperatur:	+1° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,21 %	Abb. 3
NH ₃ -Wert:	0,31 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	88 %	Abb. 4
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	92 %	

Besonderer Wert wurde auf den NH₃-Gehalt gelegt, da nach den Aufzeichnungen Kailas (14) und Kreybigs (19) durch Superphosphateinstreu eine Ammoniakkonservierung im Stallmist erreicht wird und somit der NH₃-Gehalt der Stallluft geringer werden müßte. Sein Durchschnittswert vor der Einstreu war 0,29 o/oo.

Nach diesen beiden Messungen wurde der ganze Bestand mit Superphosphat eingestreut.

3. Messung am 7. 2. 1962 (nach der Einstreu mit Superphosphat)

Innentemperatur:	13,3° C	Abb. 2
Außentemperatur:	8,0° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,22 %	Abb. 3
NH ₃ -Wert:	0,34 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	85 %	Abb. 4
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	87 %	

4. Messung am 13. 2. 1962

Innentemperatur:	10,2° C	Abb. 2
Außentemperatur:	5° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,23 %	Abb. 3
NH ₃ -Wert:	0,33 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	78 %	Abb. 4
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	86 %	

5. Messung am 25. 2. 1962

Innentemperatur:	10,0° C	Abb. 2
Außentemperatur:	1° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,22 %	Abb. 3
NH ₃ -Wert:	0,41 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	76 %	Abb. 4
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	84 %	

6. Messung am 7.3.1962

Innentemperatur:	11,0° C	Abb. 2
Außentemperatur:	2,8° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,27 ‰	Abb. 3
NH ₃ -Wert:	0,40 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	76 ‰	Abb. 4
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	83 ‰	

7. Messung am 28.3.1962

Innentemperatur:	12,8° C	Abb. 2
Außentemperatur:	2,8° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,23 ‰	Abb. 3
NH ₃ -Wert:	0,41 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	78 ‰	Abb. 4
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	85 ‰	

Der Durchschnittswert des NH₃-Gehaltes betrug nach der Einstreu mit Superphosphat 0,38 o/oo.

Die Milchuntersuchungen ergaben in einem ca. 14tägigen Zyklus, 1/4 Jahr lang durchgeführt, bei den zur Verfügung stehenden 28 GVE auf Betrieb 1 vor der Einstreu mit Superphosphat folgenden Befund: Anzahl der kranken Euterviertel

- | | |
|---|---|
| 1. <u>Untersuchung:</u> | Kuh 1 : 1 (C) |
| Nach der Einstreu von Superphosphat bei der | |
| 2. <u>Untersuchung:</u> | Kuh 2: 1 (C) |
| 3. <u>Untersuchung:</u> | kein krankes Viertel |
| 4. <u>Untersuchung:</u> | Kuh 1 : 1 (C)
Kuh 2 : 3 (BCD)
Kuh 3 : 1 (B) |
| 5. <u>Untersuchung:</u> | Kuh 1 : 1 (C)
Kuh 2 : 3 (BCD)
Kuh 3 : 1 (B)
siehe Abb. 5 |

Zeichenerklärung:

	C = vorne links
	B = hinten rechts
Euterviertel	D = hinten links
	A = vorne rechts

Auswertung der Ergebnisse in Betrieb 1

Bei den stallklimatischen Messungen konnte ich folgende Feststellungen machen:

1. Die Innentemperatur war im Verhältnis zur Außentemperatur nicht zu hoch. Veränderungen zwischen diesem Verhältnis hängen mit dem Öffnen und Schließen von Fenstern und Türen zusammen. Wie man sowohl aus den Aufzeichnungen wie auch aus Abb. 2 entnehmen kann, ist der Stall gut durchlüftet.

Als die optimale Stalltemperatur bei Rindern gibt Kalich (15) Temperaturen zwischen 5° bis 15° C an. Hier in Betrieb 1 lagen die Werte während der Beobachtungszeit zwischen $8,2^{\circ}$ C + $13,3^{\circ}$ C.

2. Der CO_2 -Gehalt stieg trotz Superphosphatbeigabe zu der Streu von 0,19 % auf 0,23 % an (Abb. 3), bewegte sich aber trotzdem noch in den normalen Bereichen.
3. Die NH_3 -Werte stiegen ebenfalls von 0,27 o/oo ständig bis auf 0,41 o/oo an. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß diese letzte Messung vor dem Entmisten durchgeführt wurde, wodurch dieser hohe NH_3 -Wert entstanden sein kann. Der Durchschnittswert vor der Einstreu (0,29 o/oo) liegt ebenfalls niedriger als nach der Einstreu mit Superphosphat (0,38 o/oo). Diesen Ergebnissen zufolge kann in diesem Bestand nicht von luftverbessernder Wirkung des Superphosphats gesprochen werden (Abb. 3). Es besteht hier jedoch die Möglichkeit, daß die Verhältnisse zu gut waren, um einen evtl. Einfluß deutlich wahrzunehmen.
4. Die Luftfeuchtigkeit im Stallinnern war verglichen und bezogen auf die Innentemperatur des Stalles und die relative Feuchte der Außenluft nicht zu hoch. Die Werte blieben während der 1/4jährigen Untersuchungszeit ziemlich konstant und lagen zwischen 88 % und 73 % relativer Luftfeuchtigkeit.
5. Die Euterentzündungen nahmen trotz verhältnismäßig guten Stallklimas, guter Stallhygiene und Superphosphateinstreu zu. Die erste Untersuchung ergab ein erkranktes Euterviertel (bei Kuh 1 : 1 (C)). Am Ende der Untersuchungszeit waren zusätzlich noch zwei weitere Tiere erkrankt, eines davon an dreien, das andere an einem Viertel. Somit erhöhte sich die Zahl der erkrankten Euterviertel auf 5.

Aus den Untersuchungsergebnissen in Betrieb 1 ist zu ersehen, daß hier die Viertel C und B am häufigsten erkrankten.

Betrieb 2:

Dieser Stall wurde 1954 gebaut. Das Baumaterial bestand aus Ziegeln und Bims. Der Stall war 12 m lang und mit seiner Westseite an einen anderen Stall angebaut. Ein Fenster $1 \times 1,5$ m groß (Bildtab. 4, - 3 und 4) und eine Türe $1,90 \times 0,90$ m, die nicht geschlossen werden konnte, führten in diesen angrenzenden Stall. Die östliche Längsseite grenzte teilweise an das Wohnhaus an und war von dort ebenfalls durch eine Türe von der Größe $1,90 \times 0,90$ m zu betreten. Eine Türe und ein Fenster führten von der Ostseite ins Freie zur Jauchegrube und Mistablage. Die Breite des Stalles war 9 m. Seine Nordseite war an die Scheune angebaut, seine Südseite dagegen bildete eine Fensterfront mit 4 Fenstern von je 1 m^2 Fensterfläche. Die Stallhöhe betrug 2,40 m. Der Rauminhalt war folglich $259,2 \text{ m}^3$. Somit entfielen auf 1 GVE $12,96 \text{ m}^3$ Luftraum.

Das Verhältnis Fenster : Bodenfläche war $1 : 21,6$. Der Breitseite nach durchlief ein 2,90 m breiter Futtergang die Mitte des Stalles. Entlang dieses Ganges waren beiderseits die Mittellang-Stände angebracht. An der Nordseite des Stalles befand sich ein 1,60 m breiter Jungtierstand. An der Westseite über dem Futterweg war der Luftschacht angebracht ($0,40 \times 1$ m) siehe Abb. 6.

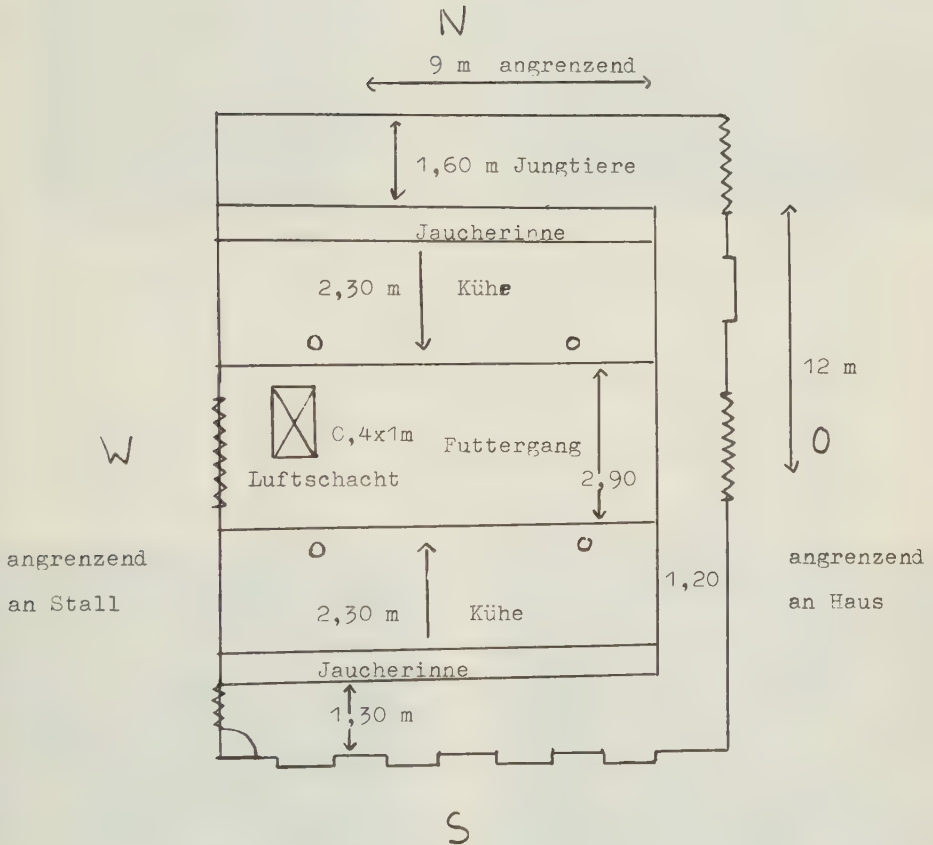
Der Stall machte einen unsauberen Eindruck. Betrat man ihn durch die Türe an der Westseite, so war dort rechts in der Ecke ein Klosett eingebaut. Ein unhygienischer Zustand, den man ab und zu in alten Gehöften Ober- und Niederbayerns noch antrifft (Bildtab. 4, 4). Die Kühe standen viel zu eng aneinandergebunden, bei den Jungtieren war dies noch in gesteigertem Maße der Fall (Bildtab. 5). Sie lagen teilweise in der Jaucherinne. Der Luftschacht wurde zugleich als Futterschacht benützt.

Gemolken wurde hier noch mit der Hand. Zum Zwecke meiner Untersuchungen wurde der ganze Bestand mit Superphosphat eingestreut und die stallklimatischen Verhältnisse berücksichtigt.

1. Messung am 31.1.1962 (vor der Einstreu mit Superphosphat)

Innentemperatur:	7°C	Abb. 7
Außentemperatur:	0°C	
CO ₂ -Gehalt:	0,35 %	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,29 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	84 %	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	57 %	

Stallskizze von Betrieb 2. Abb. 6



2. Messung am 3. 2. 1962 (vor der Einstreu mit Superphosphat)

Innentemperatur:	7,2° C	Abb. 7
Außentemperatur:	- 3° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,38 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,34 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	76 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	57 ‰	

Der Durchschnittswert von NH₃ vor der Einstreu mit Superphosphat beträgt also 0,31 o/oo.

3. Messung am 10. 2. 1962 (nach der Einstreu mit Superphosphat)

Innentemperatur:	11° C	Abb. 7
Außentemperatur:	- 2,5° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,20 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,31 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	88 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	93 ‰	

4. Messung am 17. 2. 1962

Innentemperatur:	15,5° C	Abb. 7
Außentemperatur:	16° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,22 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,39 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	73 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	42 ‰	

5. Messung am 25. 2. 1962

Innentemperatur:	15° C	Abb. 7
Außentemperatur:	0° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,38 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,41 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	71 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	100 ‰	

6. Messung am 1. 3. 1962

Innentemperatur:	15° C	Abb. 7
Außentemperatur:	6° C	

Bildtabelle 4

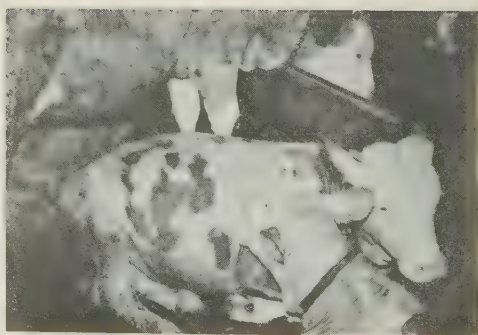
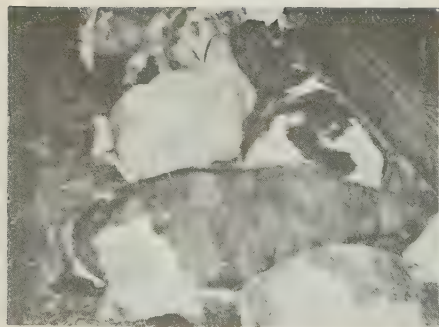


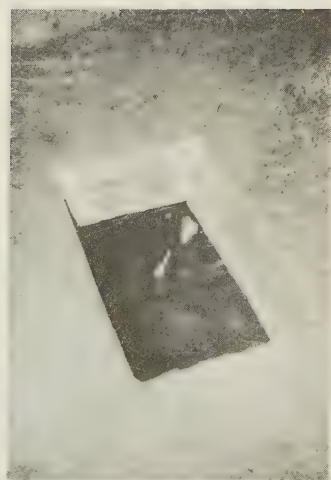
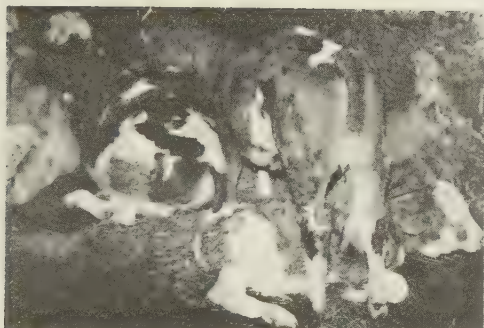
Außenansicht
v. Betrieb 2



Innenansicht

Bildtabelle 5.



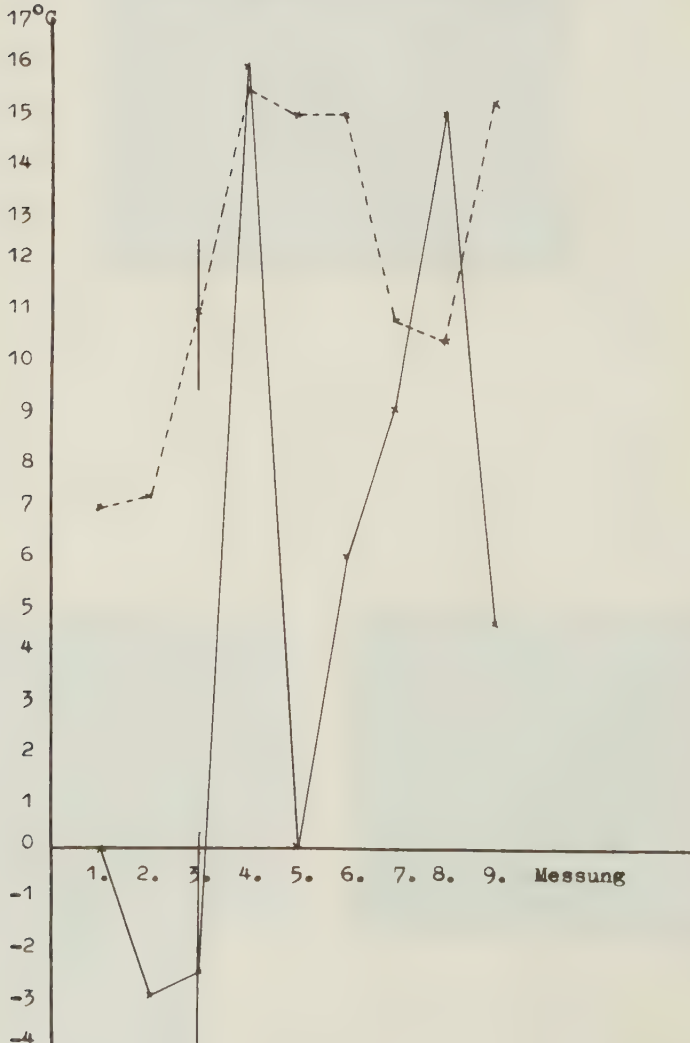


Betrieb 2: Abb. 7

Innentemperatur: - - -

Außentemperatur: —

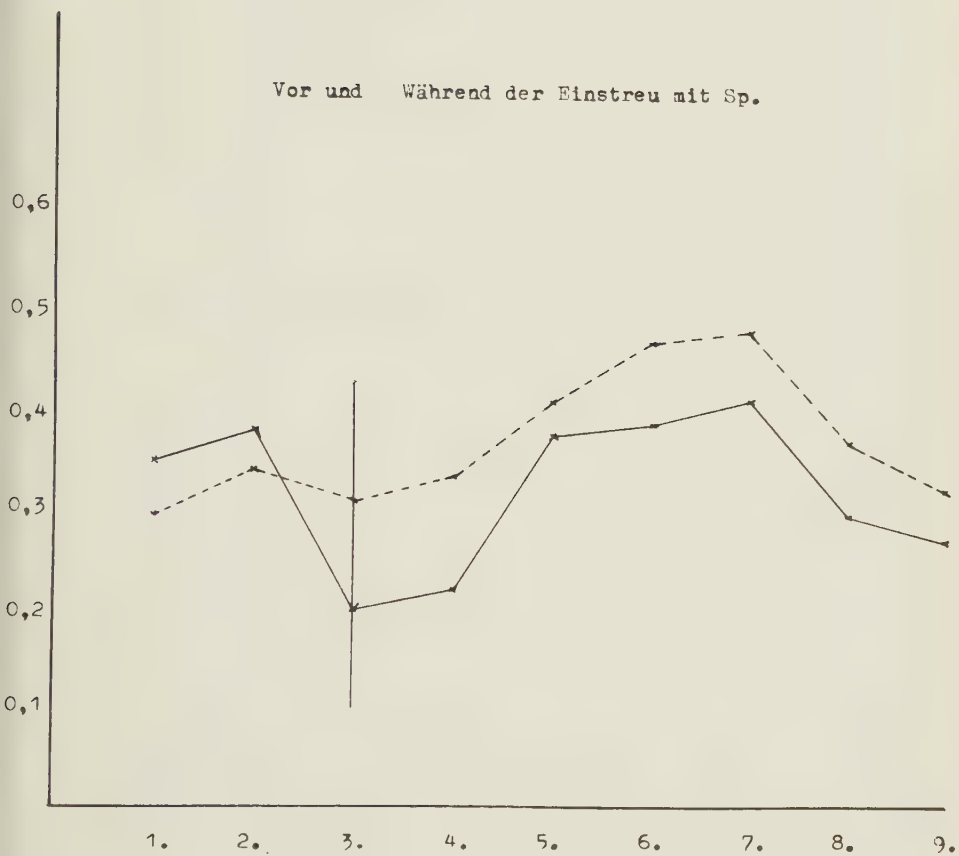
vor und während der Einstreu mit Sp.



Betrieb 2: Abb. 8

CO₂ ‰ : —

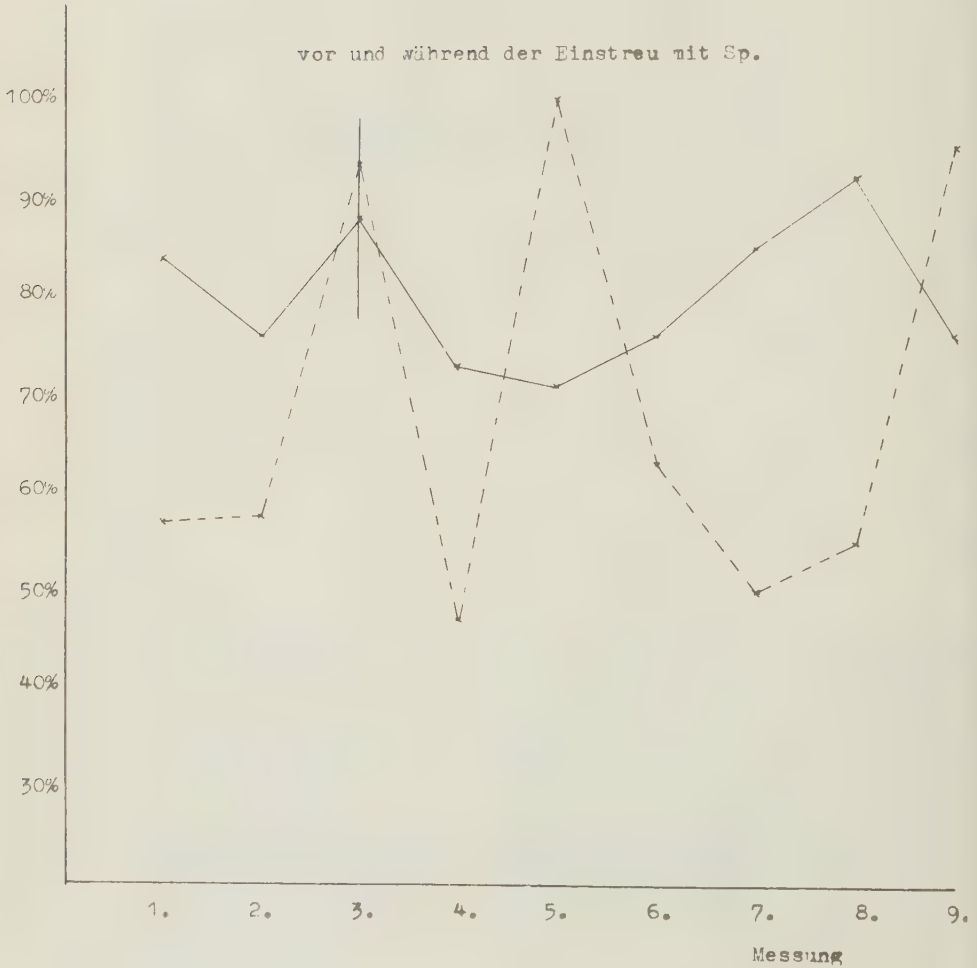
NH₃ ‰ : - - -



Betrieb 2: Abb. 2

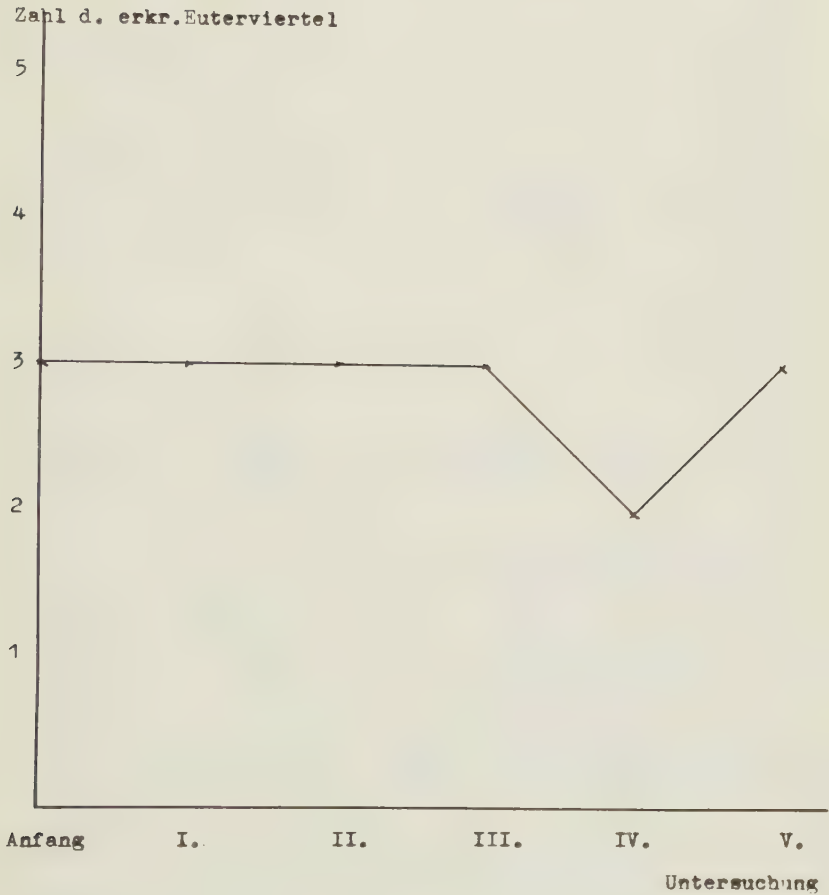
Rel. Luftfeuchtigkeit innen: —

Rel. Luftfeuchtigkeit außen: ---



Ergebnisse der Milchuntersuchungen bei Ganzeinstreu
von Superphosphat in Betrieb 2.

Abb. 10



CO ₂ -Gehalt:	0,39 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,47 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	76 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	63 ‰	

7. Messung am 8.3.1962

Innentemperatur:	10,8° C	Abb. 7
Außentemperatur:	9° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,41 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,48 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	85 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	50 ‰	

8. Messung am 15.3.1962

Innentemperatur:	10,4° C	Abb. 7
Außentemperatur:	15° C	
CO ₂ -Gehalt:	0,30 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,37 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	92 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	55 ‰	

9. Messung am 1.4.1962

CO ₂ -Gehalt:	0,27 ‰	Abb. 8
NH ₃ -Wert:	0,32 o/oo	
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	76 ‰	Abb. 9
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	100 ‰	

Der Durchschnittswert für NH₃, ermittelt aus den 7 Messungen nach der Superphosphateinstreu, ergibt 0,39 o/oo.

Bei Betrieb 2 waren vor der Beimischung von Superphosphat zur Einstreu drei Tiere an je einem Euterviertel erkrankt, und zwar: Anzahl der erkrankten Euterviertel

Kuh 1:	1 (B)
Kuh 2:	1 (B)
Kuh 3:	1 (D)

Nach der Superphosphat-Einstreu bei der

2. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (B)
	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 3:	1 (D)
3. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (B)
	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 3:	1 (D)
4. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (B)
	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 3:	1 (D)
5. Untersuchung:	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 3:	1 (D)
6. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (B)
	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 3:	1 (D)

(B) = hinten rechts; (D) = hinten links; (s. Abb. 10)

Auswertung der Ergebnisse in Betrieb 2

Die stallklimatischen Messungen ergaben bei Betrieb 2 folgendes:

1. Die Innentemperatur von $11,5^{\circ}\text{C}$ war im Vergleich zur Außentemperatur ($5,1^{\circ}\text{C}$) nicht zu hoch, ein Zeichen, daß der Stall gut durchlüftet wurde.
2. Auch die ermittelten CO_2 -Werte der Stallluft - sie bewegten sich zwischen 0,2 und 0,4 Vol.% - lassen auf eine ausreichende Entlüftung schließen.
3. Die NH_3 -Werte bestätigen jedoch die unsaubere Stallhaltung. Der höchstzulässige NH_3 -Wert von $0,38^{\circ}/\text{oo}$ wurde bei einigen Messungen stark überschritten. Eine luftverbessernde Wirkung des Superphosphats konnte auch hier nicht festgestellt werden. Lag der Mittelwert für den Ammoniakgehalt der Stallluft bei $0,31^{\circ}/\text{oo}$ vor der Einstreu mit Superphosphat, so stieg er bis zum Schluß der Messungen bei Superphosphateinstreu auf $0,39^{\circ}/\text{oo}$ an.
4. Die Luftfeuchtigkeit im Stallinnern (80 %) war in bezug auf die Stalltemperatur ($7,1^{\circ}\text{C}$) vor der Einstreu gut; bei der 3. und 7. Messung während der Einstreu etwas zu hoch, nämlich 88 % bei 11°C und 85 % bei $12,3^{\circ}\text{C}$. Bei allen anderen Messungen war der Wert wieder normal und zwar im Bereich von 71 %- 76 % r. LF bei 15°C . Der schlechteste Wert trat bei der 8. Messung auf: bei $13,4^{\circ}\text{C}$ Stalltemperatur betrug die rel. Luftfeuchtigkeit 92 %, während der für diesen Temperaturbereich zulässige Höchstwert bei 80 % liegen sollte.

5. Die Zahl der erkrankten Euterviertel blieb während der 1/4jährigen Untersuchungszeit fast gleich. Es waren die gleichen Kühe an denselben Vierteln erkrankt. Bei der 5. Untersuchung war bei Kuh 1 kein krankes Viertel festzustellen, bei der 6. Untersuchung jedoch trat hier am selben Viertel die Mastitis wieder auf.

In diesem Bestand waren bei den an Mastitis erkrankten Kühen nur die Viertel (B) = hinten rechts
(D) = hinten links
befallen.

Betrieb 3:

Dieser Stall wurde schon 1930 mit Betonsteinen gebaut. Er war 19 m lang und 13 m breit. An seiner Südseite war er an das Wohnhaus gebaut und durch eine niedrige Türe betretbar. Die Nordseite grenzte an die Scheune.

An Ost- und Westseite war je ein Tor in der Breite des Futterganges (3,50 m), ferner befanden sich an der Westseite 4 Fenster und eine Türe, an der Ostseite 3 Fenster und 2 Türen (siehe Abb. 11). Die Höhe des Stalles war 2,60 m. Der Rauminhalt betrug 642,2 m³. Die Zahl der GVE war 28, also trafen auf 22,9 m³ 1 GVE. Das Verhältnis Fenster : Bodenfläche war 1 : 23,5. Die Tiere befanden sich auf einem Mittel-Langstand und waren in ausreichendem Abstand angebunden (vgl. Abb. 11 und Bildtab. 7,3). Der Stall machte einen sauberen Eindruck. Die hygienische Behandlung der Melkmaschine war allerdings nicht einwandfrei. Auch hier wurde wie in den zwei vorher beschriebenen Betrieben der ganze Bestand mit Superphosphat eingestreut und der Einfluß auf das Stallklima beobachtet.

1. Messung am 31.1.1962 (vor Einstreu mit Superphosphat)

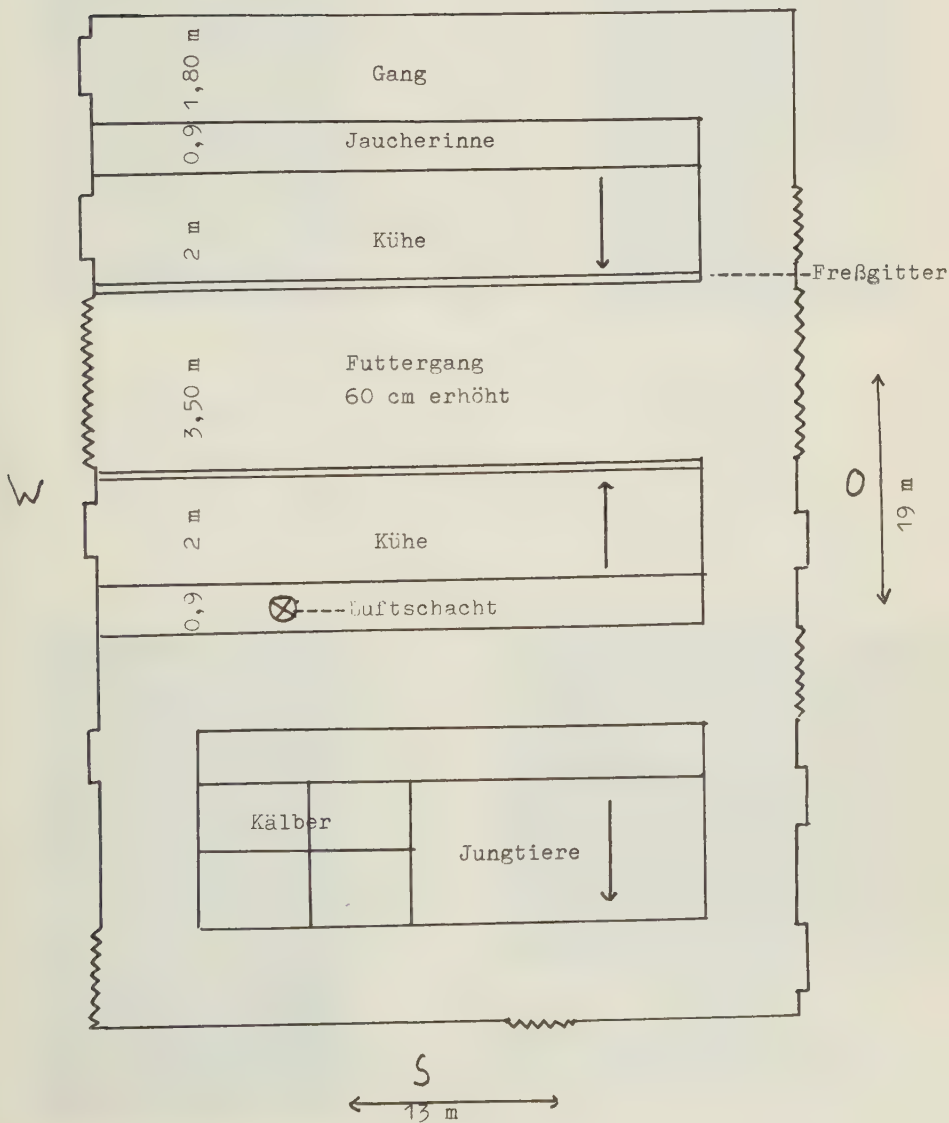
Innentemperatur:	11,7° C	
Außentemperatur:	- 8° C	Abb. 12
CO ₂ -Gehalt:	0,38 ‰	
NH ₃ -Wert:	0,34 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	80 ‰	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	75 ‰	Abb. 14

2. Messung am 5.2.1962

Innentemperatur:	8° C	
Außentemperatur:	- 11° C	Abb. 12

Stallskizze von Betrieb 3. Abb. 11

N



CO ₂ -Gehalt:	0,49	
NH ₃ -Wert:	0,40 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	72 ‰	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	82 ‰	Abb. 14

Mittelwert von NH₃ vor der Einstreu mit Superphosphat betrug 0,37 o/oo.

3. Messung am 12. 2. 1962 (während der Beimischung von Superphosphat zur Einstreu)

Innentemperatur:	10,5° C	
Außentemperatur:	- 3° C	Abb. 12
CO ₂ -Gehalt:	0,52 ‰	
NH ₃ -Wert:	0,43 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	85 ‰	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	94 ‰	Abb. 14

4. Messung am 19. 2. 1962

Innentemperatur:	14,8° C	
Außentemperatur:	6° C	Abb. 12
CO ₂ -Gehalt:	0,39 ‰	
NH ₃ -Wert:	0,27 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	74 ‰	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	71 ‰	Abb. 14

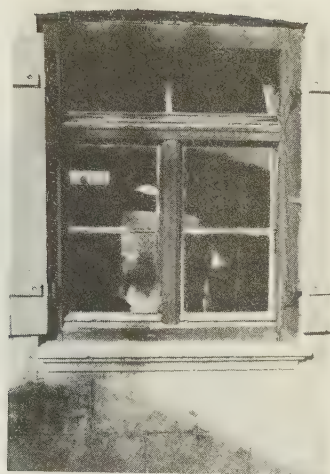
5. Messung am 26. 2. 1962

Innentemperatur:	12,4° C	
Außentemperatur:	1° C	Abb. 12
CO ₂ -Gehalt:	0,31 ‰	
NH ₃ -Wert:	0,48 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	80 ‰	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	96 ‰	Abb. 14

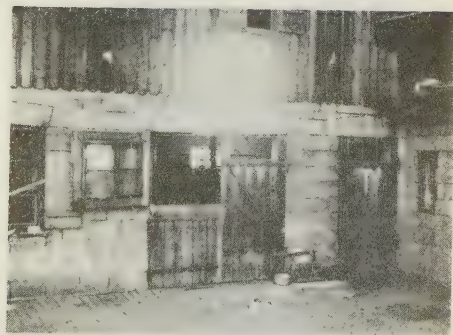
6. Messung am 3. 3. 1962

Innentemperatur:	11,5° C	
Außentemperatur:	2° C	Abb. 12
CO ₂ -Gehalt:	0,38 ‰	
NH ₃ -Wert:	0,50 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	75 ‰	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	69 ‰	

Bildtabelle 6

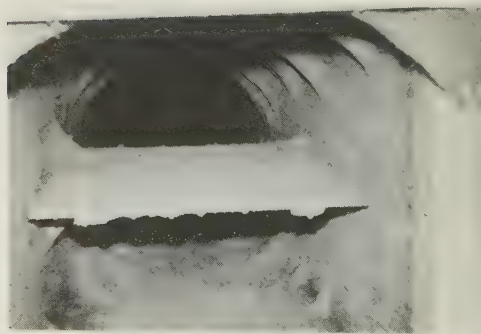


West-Seite

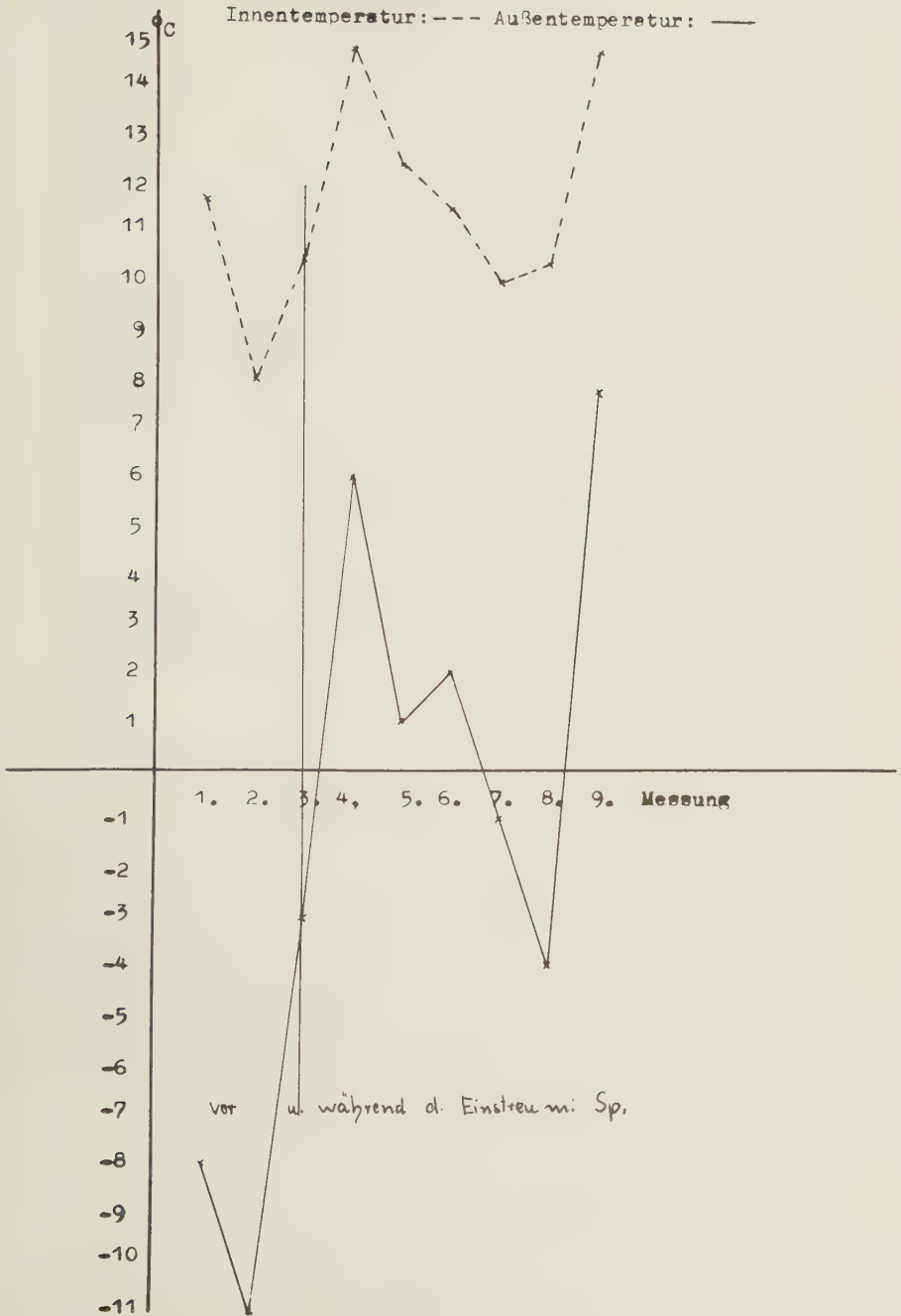


Ost-Seite

Bildtabelle 7



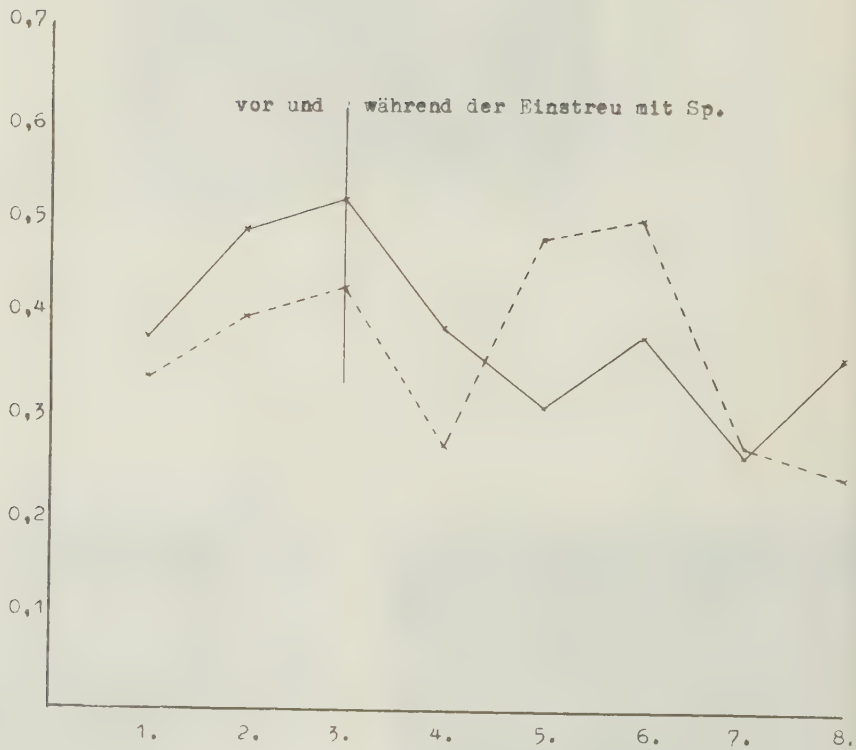
Betrieb: 3 Abb. 12



Betrieb 3: Abb. 13

CO_2 ‰ : —

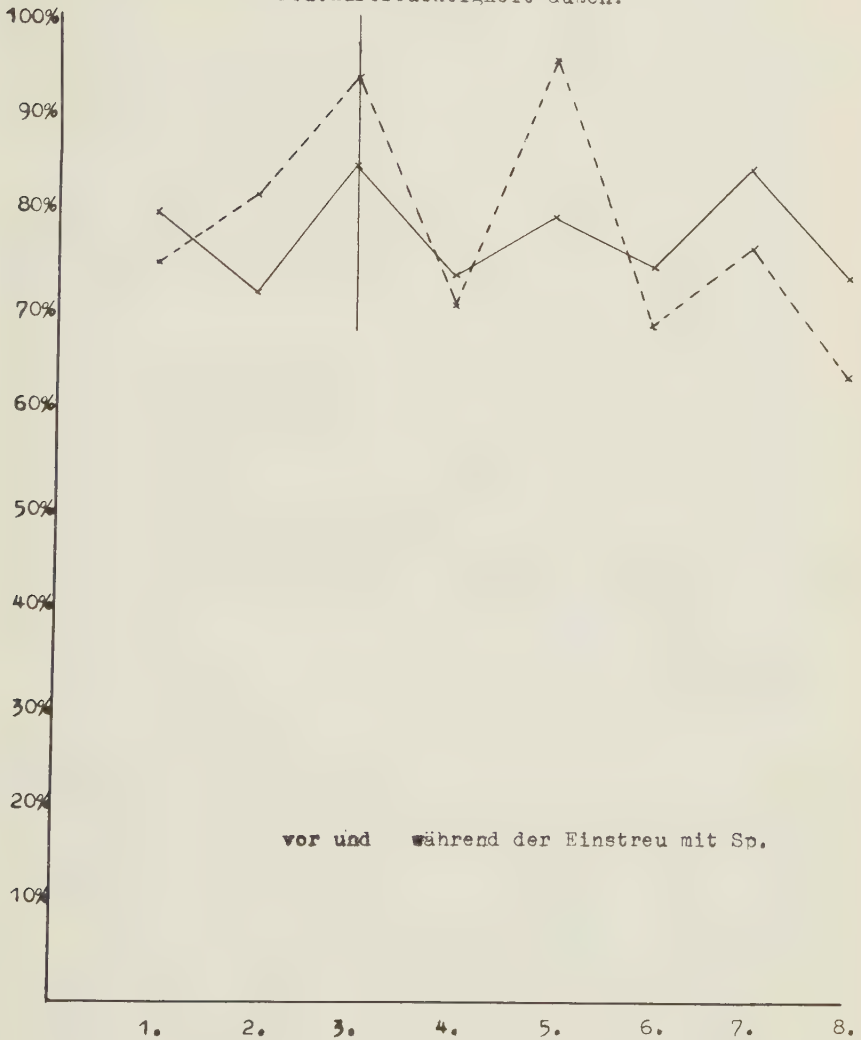
NH_3 ‰ : - - -



Betrieb 3: Abb. 14

Rel. Luftfeuchtigkeit innen: —

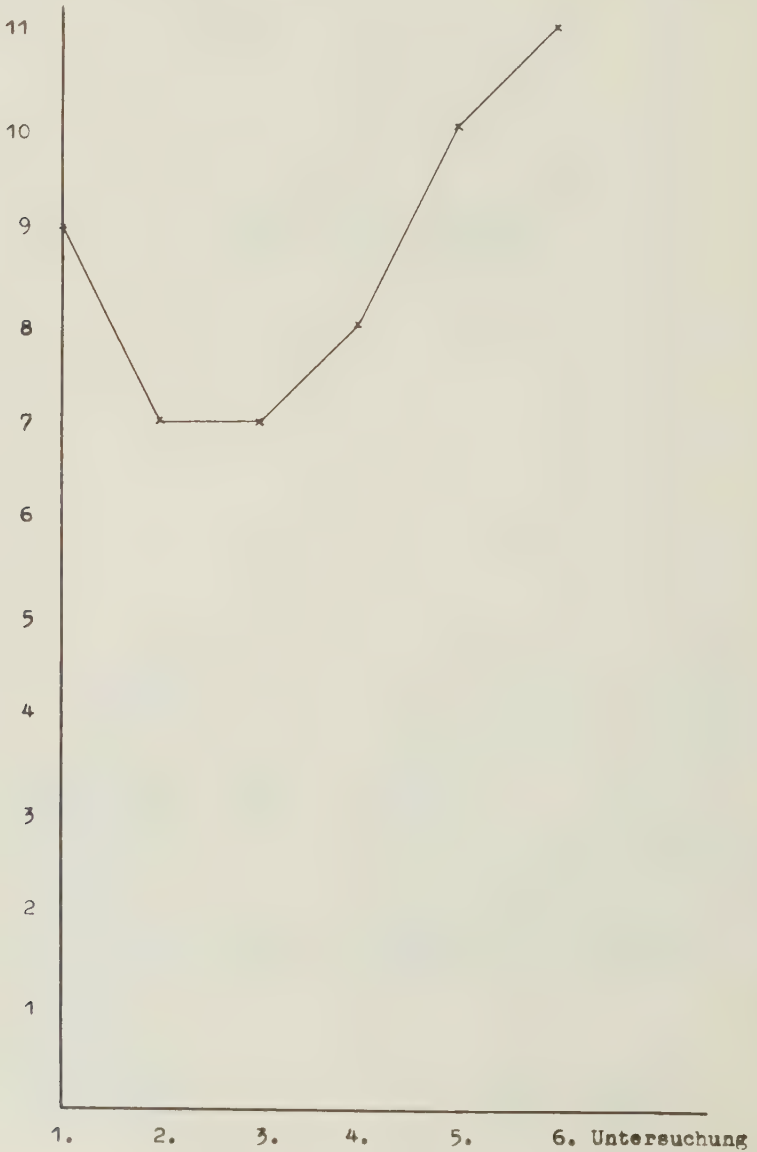
Rel. Luftfeuchtigkeit außen: ---



Ergebnisse der Milchuntersuchungen bei Ganzeinstreu
von Superphosphat in Betrieb 3.

Abb. 15

Zahl der erkr. Euterviertel



7. Messung am 9.3.1962

Innentemperatur:	10 ⁰ C	
Außentemperatur:	- 1 ⁰ C	Abb. 12
CO ₂ -Gehalt:	0,26 %	
NH ₃ -Wert:	0,27 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	85 %	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	77 %	Abb. 14

8. Messung am 15.3.1962

Innentemperatur:	10,4 ⁰ C	
Außentemperatur:	- 4 ⁰ C	Abb. 12
CO ₂ -Gehalt:	0,36 %	
NH ₃ -Wert:	0,24 o/oo	Abb. 13
Rel. Feuchtigkeit der Stallluft:	74 %	
Rel. Feuchtigkeit der Außenluft:	64 %	Abb. 14

Mittelwert des NH₃-Gehaltes während der Einstreu mit Superphosphat = 0,36 o/oo.

Die Milchuntersuchungen in Betrieb 3 ergaben folgendes:

Vor der Einstreu waren 9 kranke Euterviertel festgestellt worden.

Anzahl der erkrankten Euterviertel

Kuh 1:	1 (C)
Kuh 2:	4 (ABCD)
Kuh 3:	3 (BCD)
Kuh 4:	1 (D)

Nach der Superphosphat-Einstreu bei der

2. Untersuchung:	Kuh 2:	4 (ABCD)
	Kuh 3:	3 (BCD)
3. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (C)
	Kuh 2:	3 (ABC)
	Kuh 3:	3 (BCD)
4. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (C)
	Kuh 2:	3 (ABC)
	Kuh 3:	3 (BCD)
	Kuh 4:	1 (D)

5. Untersuchung:

Kuh 1:	1 (C)
Kuh 2:	4 (ABCD)
Kuh 3:	4 (ABCD)
Kuh 4:	1 (D)

6. Untersuchung:

Kuh 1:	1 (C)
Kuh 2:	4 (ABCD)
Kuh 3:	4 (ABCD)
Kuh 4:	1 (D)
Kuh 5:	1 (A)

Die Viertel (C) = vorne links und

(D) = hinten links

waren in diesem Bestand die am meisten von Mastitis befallenen. Siehe Abb. 15.

Auswertung

Die stallklimatischen Messungen wurden wie folgt bewertet:

1. Die Temperaturen im Stallinnern waren sehr gut und wiesen keine Extremwerte auf, wenn man auf die empfohlenen Temperaturen im Rinderstall (von $5,15, 8^{\circ}\text{C}$) Bezug nimmt. Sie bewegten sich nämlich zwischen 8°C und $14,8^{\circ}\text{C}$. Da jedoch die Außentemperaturen niedrig waren (zwischen -8°C und -11°C), sagen die zufriedenstellenden Innentemperaturen wenig über eine ausreichende Lüftung aus. - Die erhöhten CO_2 -Werte aber weisen auf eine ungenügende Frischluftzufuhr hin.
2. Der CO_2 -Gehalt der Stallluft war bis auf einige Extremwerte nicht schlecht, wenn man die Höchstgrenze mit $0,5\%$ festlegt. Die hohen Werte von $0,49\%$ und $0,52\%$ bei der 2. und 3. Untersuchung deuten auf eine schlechte Durchlüftung hin. Es sei darauf hingewiesen, daß an jenen Untersuchungstagen Außentemperaturen von -11°C und -3°C gemessen wurden und dadurch der Stall geschlossen gehalten wurde.
3. Der NH_3 -Wert überstieg des öfteren den Höchstwert von $0,38\text{ o/oo}$. Es wurden Aufzeichnungen von $0,40\text{ o/oo}$, $0,43\text{ o/oo}$, $0,48\text{ o/oo}$ und $0,50\text{ o/oo}$ gemacht. Dieser hohe Ammoniakgehalt kann nur durch die Umstände erklärt werden, daß an diesen Tagen die Messungen vor dem Ausmistung gemacht wurden und der Jaucheabfluß gestört war. Der Durchschnittswert des NH_3 -Gehalts der Stallluft fiel von $0,37\text{ o/oo}$ vor der Einstreu mit Superphosphat auf $0,36\text{ o/oo}$ nach der Einstreu mit Superphosphat. Diese Mittelwerte besagen jedoch wenig, da sie sehr stark von

der Häufigkeit der Einzelmessungen abhängen. Es wurden bei meinen Versuchen aber nur jeweils zwei Messungen vor der Einstreu mit Superphosphat gegenüber sieben bis acht nach der Einstreu mit Superphosphat durchgeführt.

4. Die Luftfeuchtigkeit im Stallinnern war sowohl vor der Einstreu mit Superphosphat als auch während der ganzen Versuchszeit, bezogen auf die Stalltemperatur, gut (zwischen 74 % und 85 %).
5. Die Anzahl der euterkranken Tiere stieg von vier auf fünf Kühe. Es waren vor der Superphosphateinstreu neun kranke Euterviertel, bei der 2. Untersuchung ging die Zahl auf sieben zurück, stieg auf acht, dann auf zehn. Am Schluß der 1/4-jährigen Untersuchungszeit waren elf Euterviertel an Mastitis erkrankt. Am häufigsten trat hier die Entzündung bei (C) vorne links auf (siehe Abb. 15).

Betrieb 4:

Hier wurde zwar der ganze Bestand mit Superphosphat eingestreut, jedoch wurden keine stallklimatischen Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Milchuntersuchungen waren folgende:

Vor der Einstreu waren im Stall drei erkrankte Euterviertel festgestellt worden, und zwar:

Anzahl der erkrankten Euterviertel

1. Untersuchung:	Kuh 1:	2 (BC)
	Kuh 2:	1 (B)

Nach der Superphosphat-Einstreu bei der

2. Untersuchung:	Kuh 1:	2 (BC)
	Kuh 2:	1 (B)
3. Untersuchung:	Kuh 1:	2 (BC)
	Kuh 2:	1 (B)
4. Untersuchung:	Kuh 1:	2 (BC)
	Kuh 2:	1 (B)
5. Untersuchung:	Kuh 1:	2 (BC)
	Kuh 2:	1 (B)
6. Untersuchung:	Kuh 1:	2 (BC)
	Kuh 2:	1 (B)

(siehe Abb. 16)

Auswertung der Milchuntersuchungen

Die Zahl der an Mastitis erkrankten Euterviertel lag vor der Ganzeinstreu mit Superphosphat bei drei, verteilt auf zwei Kühe, und blieb so während der vierteljährigen Untersuchungsdauer. Trotz Superphosphateinstreu wurde also kein Rückgang der Mastitis erreicht. Die betroffenen Viertel waren nur

(B) = hinten rechts und

(C) = vorne links.

Die Bestände mit Teileinstreu

Um den Einfluß der Superphosphateinstreu auf die Häufigkeit beim Auftreten von Mastitiden zu untersuchen, wurden durch die Halbeinstreu des Bestandes die gleichen prädisponierenden Umwelts- und Fütterungsbedingungen bei den mit Superphosphat eingestreuten und den uneingestreuten Tieren geschaffen.

Betrieb 5:

In diesem Stall wurde bei sechs Kühen Superphosphat in die Einstreu gegeben, während die übrigen sechs ohne Superphosphat blieben.

Verteilung der kranken Euterviertel auf die einzelnen Kühe bei Betrieb 5

I. Der Bestand mit Superphosphateinstreu

Es waren bei der

Anzahl der erkrankten Euterviertel

1. Untersuchung:

Kuh 1: 3 (ABC)

Kuh 2: 3 (ABD)

Kuh 3: 1 (D)

Nach der Superphosphat-Einstreu bei der

2. Untersuchung:

Kuh 1: 3 (ABC)

Kuh 2: 3 (ABD)

Kuh 3: 1 (D)

3. Untersuchung:

Kuh 1: 3 (ABC)

Kuh 2: 3 (ABD)

Kuh 3: 2 (BD)

4. Untersuchung:

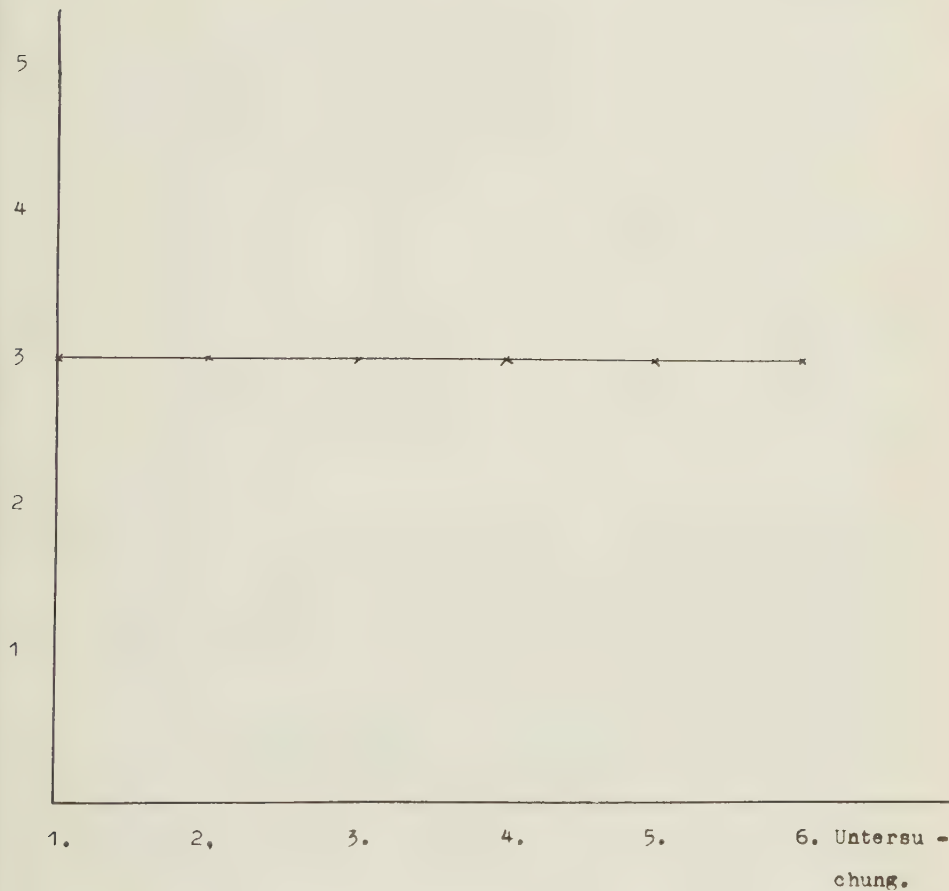
Kuh 1: 3 (ABC)

Kuh 2: 3 (ABD)

Kuh 3: 3 (BCD)

Ergebnisse der Milchuntersuchungen bei Ganzeinstreu
von Superphosphat in Betrieb 4.

Abb. 16



Ergebnisse der Milchuntersuchungen bei Teileinstreu

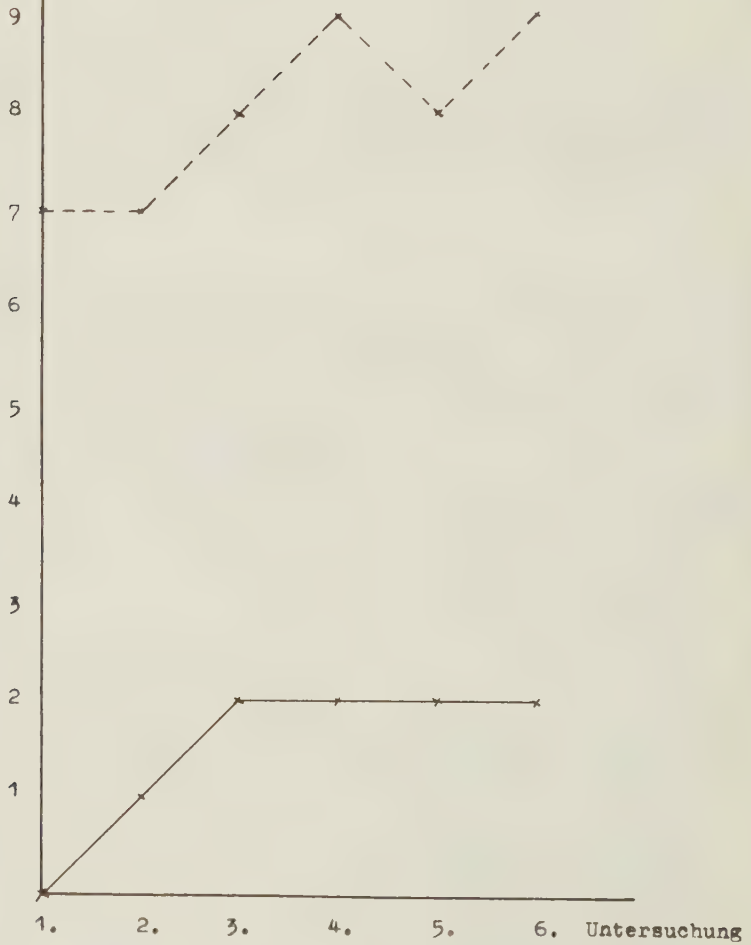
in Betrieb 5. Abb. 17.

eingestreut: ---

nicht eingestreut: —

Zahl d. erkr.

Euterviertel



5. Untersuchung:	Kuh 1:	3 (ABC)
	Kuh 2:	2 (AB)
	Kuh 3:	3 (BCD)
6. Untersuchung:	Kuh 1:	3 (ABC)
	Kuh 2:	3 (BAD)
	Kuh 3:	3 (BCD)

siehe Abb. 17.

II. Der Bestand ohne Superphosphateinstreu

1. Untersuchung:	Kuh 4:	1 (A)
2. Untersuchung:	Kuh 4:	2 (AC)
3. Untersuchung:	Kuh 4:	2 (AC)
4. Untersuchung:	Kuh 4:	2 (AC)
5. Untersuchung:	Kuh 4:	2 (AC)
6. Untersuchung:	Kuh 4:	2 (AC)

siehe Abb. 17

Auswertung

Im eingestreuten Teil waren während der ganzen Untersuchungszeit immer dieselben drei Tiere euterkrank (anfangs sieben erkrankte Viertel und am Ende neun). Im nicht eingestreuten Teil wurde zu Beginn der Untersuchungen ein erkranktes Viertel festgestellt und am Ende der Untersuchungszeit ein weiteres beim selben Tier. Bei einem Vergleich der Tiere, bei denen Superphosphat in die Streu getan wurde, mit denen, die kein Superphosphat in der Einstreu hatten, konnte am Ende der vierteljährigen Untersuchungszeit festgestellt werden, daß die gesundheitlichen Verhältnisse bei den ersteren schlechter waren. Es erhöhte sich die Zahl der erkrankten Viertel um zwei während bei den Tieren mit superphosphat-freier Einstreu nur ein weiteres Euter erkrankte.

Betrieb 6:

In diesem Betrieb wurde bei 22 Kühen Superphosphat zur Einstreu zugesetzt, während bei 21 Tieren die Einstreu ohne Superphosphat blieb.

In dem Bestand mit Superphosphateinstreu verteilten sich die kranken Euterviertel wie folgt:

1. Untersuchung:	kein krankes Viertel	
Nach der Superphosphat-Einstreu bei der		
	Anzahl der kranken Euterviertel	
2. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (C)
	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 3:	1 (B)
3. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (C)
	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 3:	1 (B)
4. Untersuchung:	Kuh 2:	1 (B)
	Kuh 4:	1 (B)

In dem Bestand ohne Superphosphat-Einstreu gab es folgende Ergebnisse:

1. Untersuchung:	Kuh 1:	3 (ACD)
2. Untersuchung:	kein krankes Viertel	
3. Untersuchung:	Kuh 2:	1 (A)
4. Untersuchung:	Kuh 1:	1 (C)
	Kuh 2:	1 (A)
	Kuh 3:	1 (C)
	Kuh 4:	1 (A)

siehe Abb. 18.

Auswertung

Bei einem Vergleich am Ende der vierteljährigen Untersuchungszeit war der Gesundheitszustand hinsichtlich des Vorkommens von Mastitiden der Tiere, deren Einstreu ohne Superphosphat blieb, schlechter als bei den Kühen, deren Einstreu Superphosphat enthielt. Bei den Tieren mit Superphosphat-Einstreu wurde anfangs keine Eutererkrankung festgestellt; am Ende der Untersuchungen konnten zwei kranke Tiere mit je einem entzündeten Euterviertel ermittelt

Ergebnisse der Milchuntersuchungen bei Teileinstreu
von Superphosphat in Betrieb 6.

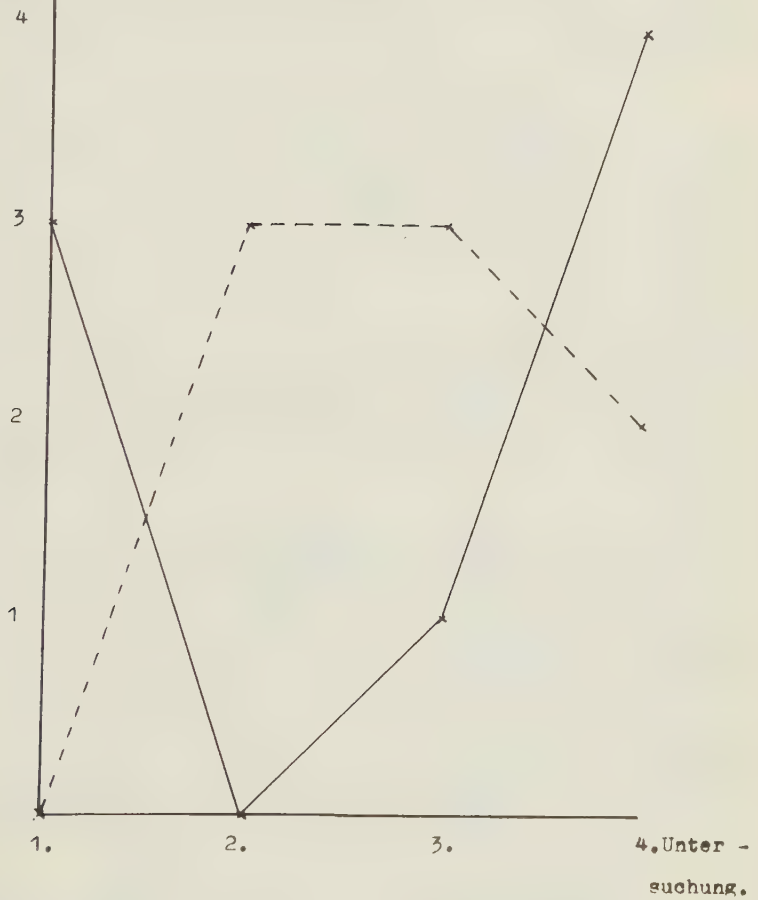
Abb. 18

Zahl d.kr.

Euterviertel

eingestreut: ----

nicht eingestreut: —



werden. Bei den Tieren, deren Einstreu ohne Superphosphat blieb, war anfangs nur eine Kuh an drei Vierteln erkrankt, am Ende wurden zusätzlich drei neuerkrankte Tiere mit je einem kranken Viertel festgestellt.

5. In-vitro-Versuche zur Prüfung der bakteriziden Wirkung des Superphosphats

Durch in-vitro-Versuche sollte mit Superphosphatlösungen verschiedener Konzentrationen die bakterizide Wirkung dieses Mittels gegenüber folgenden Keimen getestet werden:

1. Streptococcus agalactiae I
2. Streptococcus agalactiae II
3. Streptococcus agalactiae III
4. Streptococcus dysgalactiae
5. Staphylococcus aureus I
6. Staphylococcus aureus II

a) Material und Methodik

1. Superphosphat fein 18 %ig, das unter der Bezeichnung "Stallsuper" im Handel ist und von chemischen Werken hergestellt wird.
2. Teststämme, die aus dem Sekret entzündeter Euter für die Versuche isoliert wurden.

a) 3 Teststämme von Strept. agalactiae

b) 1 Teststamm von Streptococcus dysgalactiae

c) 2 Teststämme von Staphylococcus aureus.

3. Nährbouillon hergestellt aus:

Pferdeherz	Rinderleber	und	Schweinemagen
30 %	30 %		40 %

4. Blutplatten hergestellt aus:

Tryptose Blood Agar Base (Difco), welches besteht aus:

Bacto-Tryptose	10 g
Bacto-Beef-Extract	3 g
Sodium-chloride	5 g
Bacto-Agar	17 g

Aeskulin 0,1 %

Rinderblut gewaschen 7 %

Rinderblut ungewaschen 5 %.

5. Konzentrierte HC1

Die Methode wurde durchgeführt nach den "Richtlinien für die Prüfung chem. Desinfektionsmittel", herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie.

aa) Herstellung der Superphosphatlösung

Aus 500 ccm aqua dest. und 100 g Superphosphat wird eine 20 %ige Lösung hergestellt. Dieses Gemisch bleibt 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehen. Nach einer groben und feinen Filtration wird das Filtrat noch zusätzlich zur Entkeimung durch einen Bakterienfilter (EK Seitz Filter, Kreuznach) geschickt.

bb) Bereitung der Bakteriensuspensionen

Die Bereitung der Bakteriensuspensionen erfolgt nach drei Passagen des jeweiligen Teststammes auf Blutplatten. Von dem Teststamm wird mit der Öse Keimmateriel entnommen und so auf eine Blutplatte verimpft, daß nach 24stündiger Bebrütung Einzelkolonien entstehen. Dieser Vorgang wird dann nochmals wiederholt.

Von einzelnen Kolonien der Blutplatte (2. Passage) werden die Keime in 1 ml physiologischer Kochsalzlösung bis zur wahrnehmbaren Trübung suspendiert. 0,1 ml der Keimsuspension wird mit dem Drigalskispatel auf der Oberfläche der Blutplatte (3. Passage) ausgespatelt. Nach 16stündiger Bebrütung bei 37° C wird der Kulturrasen mit 5 ml Nährbouillon abgeschwemmt.

cc) Prüfung der bakteriziden Wirkung

Die Prüfung erfolgt durch ~~ein~~pipettieren von je 0,1 ml der so bereiteten verschiedenen Keimsuspensionen bei Zimmertemperatur (+ 18 - + 21° C) in die Mitte von sterilen kleinen Petrischälchen und durch Zugabe von jeweils 10 ml der verschiedenen Verdünnungen der Superphosphatlösung. Nach verschiedenen Einwirkungszeiten wird dem Superphosphat-Keimgemisch jeweils eine Öse (innerer Durchmesser 4 mm) Material entnommen und in 10 ml Nährbouillon verimpft. Die mit der Keimsuspension-Superphosphatlösung beimpften Röhrchen werden im Brutschrank bei + 37° C Temperatur 24 bis 48 Stunden bebrütet.

b) Versuche

Zur Prüfung der bakteriziden Wirkung des Superphosphats wurden aus der 20 %igen Ausgangsverdünnung je eine

- 0,1 % (pH - 4,01)
- 0,5 % (pH - 2,7)
- 1 % (pH - 2,3)
- 2 % (pH - 2,15)
- 4 % (pH - 1,98)
- 10 % (pH - 1,82)
- 20 % (pH - 1,74) ige Lösung

hergestellt, die jeweils 10, 20, 30 Minuten, 1, 5, 10 und 20 Stunden auf die Bakterien einwirkten. Siehe Abb. 19.

Ergebnisse aus Abb. 19 Seite 67/68

Streptococcus agalactiae I konnte nach 10 Minuten langem Verbleiben in 0,1 %iger Superphosphat-Lösung in Nährbouillon weiterwachsen.

Streptococcus agalactiae II konnte noch nach 20 Minuten langem Verbleiben in 0,1-, 0,5- und 1 %iger Superphosphatlösung und nach 10 Minuten langem Verbleiben in 2 %iger Superphosphat-Lösung in Nährbouillon weiterwachsen.

Streptococcus agalactiae III konnte nach 10 Minuten langem Verbleiben in 0,1-, 0,5-, 1- und 2 %iger Superphosphat-Lösung in Nährbouillon weiterwachsen.

Streptococcus dysgalactiae konnte nach 30 Minuten Verbleiben in 0,1 %iger und nach 20 Minuten langem Verbleib in 0,5 %iger Superphosphat-Lösung in Nährbouillon weiterwachsen.

Staphylococcus aureus I konnte nach 1 Stunde langem Verbleiben in 0,1-, 0,5- 1-, 2-, 4- und 10 %iger Superphosphat-Lösung in Nährbouillon weiterwachsen.

Staphylococcus aureus II konnte nach 1 Stunde langem Verbleib in 0,1-, 0,5-, 1- und 2 %iger Superphosphat-Lösung und nach 30 Minuten langem Verbleiben in 4 %- und 10 %iger Superphosphat-Lösung in Nährbouillon weiterwachsen.

c) Auswertung der Ergebnisse

Wie der Laborversuch zeigt, ist das Wachstum der Bakterien abhängig von:

In vitro-Versuch zur Prüfung der bakteriziden Wirkung von Superphosphat.

Abb. 19

Sp. Lösung	0,1 %				0,5 %				1 %				2 %				4 %				10 %				20 %			
	min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.	
Wachstum	10	20	30	1	5	10	20	10	20	30	1	5	10	20	10	20	30	1	5	10	20	10	20	30	1	5	10	20
Strep. ag. I	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strep. ag. II	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strep. ag. III	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strep. dys.	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Staphyl. aureus I	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Staphyl. aureus II	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-

Parallel-Versuch zur Prüfung der bakteriziden Wirkung von Salzsäure (HCl). Abb. 20

HCl	0,1 %				0,5 %				1 %				2 %				4 %				10 %				20 %			
	min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.		min.		Std.	
Wachstum	10	20	30	1	5	10	20	10	20	30	1	5	10	20	10	20	30	1	5	10	20	10	20	30	1	5	10	20
Strep. ag. I	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strep. ag. II	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strep. ag. III	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Strep. dys.	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Staphyl. aureus I	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Staphyl. aureus II	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-

1. der Bakterienart selbst,
2. der Zeit des Verbleibens derselben in der Superphosphat-Lösung,
3. der Konzentration der Superphosphat-Lösung.

Um festzustellen, ob die bakterizide Wirkung des Superphosphats nur auf seiner Säurewirkung (pH-Wert) beruht, wurde ein Kontrollversuch mit HCl durchgeführt. Aus einer konzentrierten HCl wurden verdünnte, sterile Lösungen hergestellt, deren pH-Wert der jeweiligen 0,1-, 0,5-, 1-, 4-, 10- und 20 %igen Superphosphat-Lösung entsprach.

Siehe Abb. 20 über HCl-Versuche.

Die Ergebnisse sind dieselben, wie sie bei Superphosphat-Lösung beschrieben wurden.

Folgerung: Die bakterizide Wirkung des Superphosphats scheint daher allein auf seiner Acidität zu beruhen.

IV. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

1. Wie aus der Literatur ersichtlich, ist Superphosphat schon lange als wertvolles Düngemittel bekannt. Darüber hinaus soll Superphosphat, in den Stall eingestreut, eine luftverbessernde Wirkung haben, und zwar auf Grund seiner Ammoniak-konservierenden Eigenschaft im Stallmist, die ihm von Fruhstorfer (6) und auch von Dhar und Gaur (5) zugeschrieben wurde. Jene Autoren begründeten ihre Feststellung damit, daß die Phosphorsäure des Superphosphats flüchtiges Ammoniak bindet. Die Superphosphat-Fibel (36) behauptet, daß reine, trockene Stallluft und verminderte Fliegenplage sehr bald deutlich spürbar seien. In meinen Versuchen konnte ich keinen Einfluß des Superphosphats auf das Stallklima feststellen. Der Mittelwert des Ammoniakgehaltes stieg z. B. bei Betrieb 1 von 0,29 o/oo auf 0,38 o/oo und bei Betrieb 2 von 0,31 o/oo auf 0,39 o/oo während der Superphosphatbeigabe zur Einstreu.

Wie schon erwähnt, tragen diese Werte nicht viel zur genauen Statistik bei, da es bei ihnen auf die Häufigkeit der Einzelmessungen ankommt und ich bei meinen Untersuchungen nur jeweils zwei Messungen vor der Einstreu, dagegen sechs bis acht Messungen während der Einstreu machte. Bei Betrieb 3 senkte sich der NH_3 -Mittelwert von 0,37 o/oo auf 0,36 o/oo. Wenn man aber die einzelnen Messungen in den Abb. 3, 8 und 13 betrachtet, stellt man fest, daß die Werte wohl nur von der Pflege des Stalles abhängig sind und daß Superphosphat nach meinen Untersuchungen keinen Einfluß auf die NH_3 -Konzentration ausübt.

2. Auch auf die Luftfeuchtigkeit im Stall hat Superphosphat keinen spürbaren Einfluß, wie wir aus den Abb. 4, 9 und 14 sehen können. Sie blieb, bezogen auf die Innentemperatur, ziemlich konstant und gut.
 Betrieb 1: (zwischen 88% und 73%)
 Betrieb 2: (zwischen 92% und 71%)
 Betrieb 3: (zwischen 85% und 72%).
3. Weiterhin soll nach den Autoren Métiviér (24) und Lagneau (19), vor allem aber auch nach Fruhstorfer (6) durch Beimischung von Superphosphat in die Streu eine deutliche Minderung der Mastitisfälle eintreten, was ebenfalls durch meine Untersuchungen nicht bestätigt werden konnte. Im Gegenteil, es nahmen die Mastitisfälle in einigen Beständen noch zu. Auf Abb. 21 Seite 73 ist eine Gesamtübersicht aller mastitiskranken Euter Viertel bei Ganzeinstreu mit Superphosphat dargestellt. Wie wir sehen, steht

der Endwert sogar über dem Anfangswert. Jedoch ist in der Literatur nicht angegeben, ob das Arbeitsmaterial der Autoren mit meinem äquivalent war, d.h. wieviel Tiere sie gegenüber meinen 135 zur Untersuchung zur Verfügung hatten.

Bei den Beständen mit teilweiser Superphosphat-Einstreu war die Zahl der aufgetretenen Mastitisfälle im superphosphat-eingestreuten Teil des Bestandes höher als in dem Teil des Stalles, wo auf Superphosphat verzichtet wurde.

Man kann allerdings auf Grund von Aufzeichnung 20 - 21 nicht behaupten, daß die Mastitisfälle nach Superphosphat-Einstreu zugenommen hätten. Denn es wurden in den Betrieben mit Teileinstreu diejenigen Tiere bevorzugt in den Superphosphat-Versuch genommen, bei welchen des öfteren bereits Mastitiden auftraten, um eine evtl. bakterizide und bakteriostatische Wirkung des Superphosphats deutlich zu machen. D.h. also, daß angenommen werden kann, daß die Tiere, denen Superphosphat eingestreut wurde, auf Grund der getroffenen Auswahl ohnehin für Mastitis prädisponiert waren.

Eine Statistik über die am meisten von Mastitis befallenen Viertel in den einzelnen Betrieben ergab folgendes:

Bei Betrieb 1	(B) und (C)
Betrieb 2	(B) und (D)
Betrieb 3	(C) und (D)
Betrieb 4	(B) und (C)
Betrieb 5	(B) und (A)
Betrieb 6	(B) und (C)

Bei den nicht mit Superphosphat eingestreuten Teilbeständen 5 und 6 waren (A) und (C) die am meisten befallenen Viertel. Im ganzen gesehen, waren also die Viertel (B) hinten rechts und (C) vorne links die meistbetroffenen. Bei dem Ergebnis, daß vor allem (B) hinten rechts ein von der Mastitis bevorzugtes Viertel ist, kann darauf hingewiesen werden, daß Nieberle und Cohrs (31) in ihrer Aufzählung der Umstände, die zu Mastitis führen können, unter anderem den Druck auf das Eutergewebe angeben, der beim Liegen der Kühe in zu kurzen Ständen auf das Euter ausgeübt wird. Das Viertel (B) hinten rechts könnte man folglich diesen Quetschungen als besonders ausgesetzt betrachten.

Obwohl Superphosphat, wie aus dem in-vitro-Versuch zu ersehen ist, die Er-

reger der Euterentzündungen abtötet, wenn es in einer Konzentration von 20 % und einer Zeit von 10 Minuten auf dieselben einwirken kann, ist diese Wirkung einzig und allein auf seine saure Reaktion als Lösung zurückzuführen, wie wir aus dem Parallelversuch mit HCl sehen können. Geret und Pilet (8), die einen Parallelversuch mit 0,85 %iger Kochsalzlösung von pH = 3 durchführten, vermuteten, daß die Abtötung der untersuchten Bakterien zusätzlich noch auf einem im Superphosphat enthaltenen Faktor, nämlich den PO_4 -Jonen, beruht. Diese Vermutung konnte ich durch meine Versuche nicht bestätigen. Warum aber konnte durch Superphosphat-Einstreu, obwohl Superphosphat in vitro eine gewisse Wirkung auf Mastitiserreger aufweist, keine Minderung der Mastitisfälle erzielt werden? So kompliziert wie die Pathogenese der Mastitis, über die bereits in der Literatur berichtet wurde, so problematisch ist auch ihre wirkungsvolle Bekämpfung. Man spricht heute bereits von einem Mastitisproblem, dem nur begegnet werden kann, wenn man der Prophylaxe und der Hygiene im Kuhstall erheblich mehr Aufmerksamkeit schenkt, als dies im allgemeinen bisher geschieht.

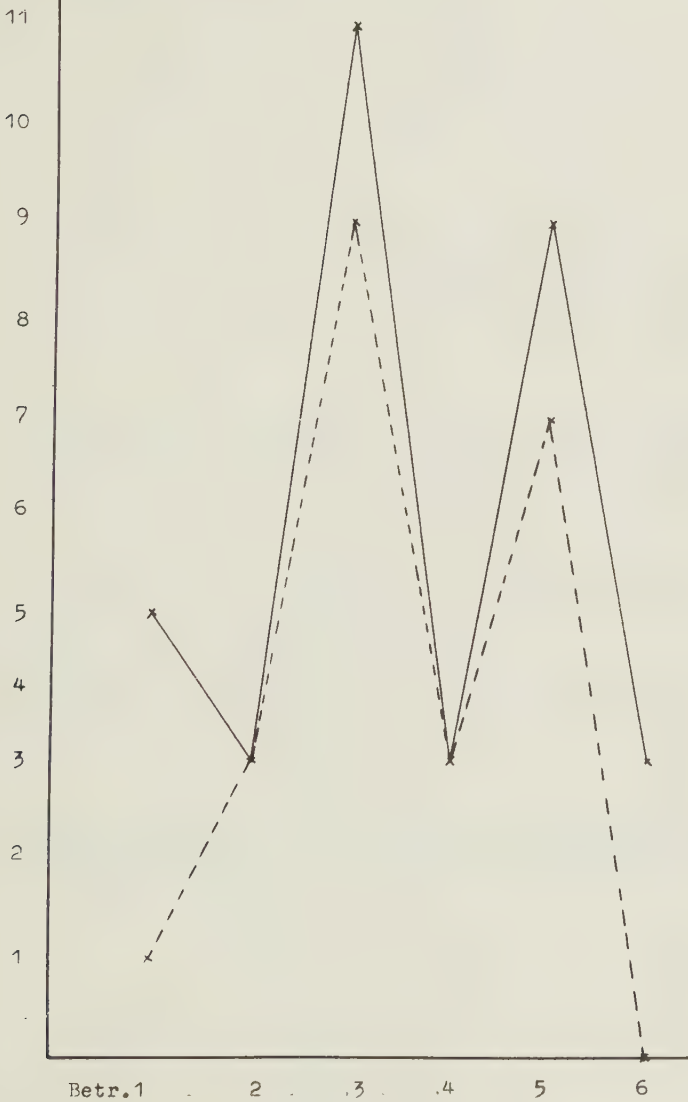
Bei den während der Untersuchungen festgestellten euterentzündungserregenden Bakterien handelt es sich ausschließlich um Kokkeninfektionen. Wie die Schulmedizin lehrt, spielt bei dieser Art von Infektionserregern in erster Linie der galaktogene Weg eine Rolle. Die stallhygienischen Verhältnisse, vor allem eine sterile Durchführung der Euter- und Handdesinfektion beim Melken, sowie eine regelmäßige und sorgfältige Reinigung und Desinfektion der Melkmaschinen vermögen eine Weiterverbreitung auf galaktogenem Wege im wesentlichen zu verhindern. Superphosphat vermag nur einen geringen Teil von Infektionen auf galaktogenem Wege zu unterbinden, hat jedoch keine Angriffsmöglichkeit bei der Hauptübertragungsquelle, nämlich der Melkerhand oder der Melkmaschine. Es hat nur dann eine Möglichkeit, eine Infektion auf galaktogenem Wege zu verhindern, wenn sich die Infektionserreger auf dem Stallboden befinden, da es ja nur als Einstreumittel verwendet wird. Voraussetzung dafür ist jedoch, daß der Stallboden die nötige Feuchtigkeit besitzt, um die wasserlösliche Phosphorsäure zur Wirkung kommen zu lassen. Die Wirkung des Superphosphats auf die Verbreitung der Euterentzündungen ist also eine sehr beschränkte. Dadurch erklärt sich auch die Zunahme an Mastitiden trotz Superphosphat-Einstreu in den von mir untersuchten Beständen.

Gesamtübersicht der Milchuntersuchungen in allen
mit Superphosphat eingestreuten Beständen. Abb. 21.

Zahl d.kr.
Euterviertel

Anfangskurve: - - -

Endkurve: —



Gesamtübersicht der Milchuntersuchungen bei Teilein -
streu mit Superphosphat in Betrieb 5 und 6.

Zahl d.kr.
Euterviertel

Abb. 22.

eingestreut: —
nicht eingestr.: ---



V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Es wurde in 6 Beständen die von der Superphosphatindustrie propagierte günstige Wirkung der Superphosphat-Einstreu auf das Stallklima und das Auftreten und den Verlauf von Mastitiden geprüft. Vier Bestände mit insgesamt 70 Kühen benützten ausschließlich Einstreu mit Zusatz von Superphosphat. In zwei Betrieben mit insgesamt 65 Kühen wurde bei der Hälfte der Tiere Superphosphat in die Einstreu gemischt, während bei dem Rest normal eingestreut wurde.
2. Unter den 98 Kühen, bei denen Superphosphat zur Einstreu zugesetzt wurde, stellte man vor Beginn der Einstreu an Hand von Milchproben fest, daß 13 Tiere (23 erkrankte Viertel) an einer Mastitis litten. Am Ende der vierteljährigen Untersuchungszeit war die Zahl der erkrankten Euterviertel auf 33 bei 18 Kühen angestiegen, trotz täglicher Einstreu von 0,5 kg Superphosphat/GVE.
3. Zur Kontrolle und besseren Darstellung einer evtl. bakteriostatischen oder bakteriziden Wirkung des Superphosphats wurde bei zwei Betrieben nur je die Hälfte des Bestandes mit Superphosphat eingestreut. Bei dem nicht eingestreuten Teil waren zu Anfang der Untersuchungen zwei erkrankte Euterviertel, bis zum Ende der Untersuchungen stieg die Zahl auf fünf an.
4. In drei Betrieben wurden auch stallklimatische Messungen durchgeführt, mit dem Ergebnis, daß Superphosphat keinen Einfluß auf das Stallklima, insbesondere Luftfeuchte und NH_3 -Konzentration, hat.
5. Durch Superphosphateinstreu konnte ich also mit meinen Versuchen entgegen den Behauptungen der Industrie keine Minderung der Mastitiden feststellen.
6. In-vitro-Versuche ergaben, daß die bakterizide Wirkung des Superphosphats allein auf seiner Acidität beruht. Dies ergaben Vergleichsversuche mit HCl -Lösungen entsprechender Acidität.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Becker, J. Handbuch der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Parey-Verlag Berlin (1934)
2. Brand, H. "Vom Stein der Weisen zum Superphosphat". Aus 'Superphosphatfibel von der Herstellung bis zur Anwendung'. Herausgeber: Superphosphat-Industrie GmbH Hamburg
3. Bryan, C. S.
 Andrews, F. A. Does Hydrated Lime or 20 % Superphosphate kill any Bacteria when used in the Dairy-Barn? Zit. n. Métiviér (24)
4. De Saussure "100 Jahre Superphosphat" Jubiläumsschrift. Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten Hamburg (1955): 6
5. Dhar, N. R.
 Gaur, A. C. Influence of different phosphates in composting of wheat, straw, saw dust, and mixtures of saw dust with straw and dung. Landw. Zbl. 4 (1959): 1210
6. Fruhstorfer, A. Neuere Erkenntnisse über die Vorteile von Superphosphat als Stalleinstreu. Vortrag, gehalten auf der Mitgl.-Vers. des Vereins Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg, 6.12.1958
7. Fruhstorfer, A. Die landwirtschaftliche Versuchsstation Annen-Hof, Aufbau und Forschungstätigkeit. 100 Jahre Superphosphat, Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg, (1955): 47
8. Gericke, S. Wirkung der Phosphorsäure auf den Stoffgehalt der Pflanzen. Die Phosphorsäure, 20 (1960): 176
9. Goret, P.
 Pilet, Ch. Acticité bactériostatique et bactéricide du superphosphate de chaux. Recueil méd. vét. Paris (1957):
10. Hartfield, W. Anreicherung der Futterpflanzen mit Phosphorsäure zur besseren Mineralstoffversorgung der Nutztiere. "Die Phosphorsäure" 18 (1958): 129

11. Ingenhouss, J.
Senebier, J.
Sprengel, G. "Aus der geschichtlichen Entwicklung des Superphosphats" Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg (1955): 6
12. Jubiläumsschrift 100 Jahre Superphosphat, Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg (1955): 89
13. Jürgens, S. Die Wirkung der Phosphatdüngung auf die Bodenstruktur. "Die Phosphorsäure" 20 (1960): 224
14. Kaila, A. Superfofaatin käytöstä Karjanlannan seassa. Public. of the Finnish State Agricult. Res. 134 (1950): 23
15. Kalich, J. Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten und neugebauten Rinderställen Süddeutschlands. Tierärztl. Umschau 16 (1961): 374
16. Kékulé, A. Faksimile, Ausarbeitung der Vorlesung von Liebig über Experimentalchemie (1848). Wiedergegeben in: Superphosphate, 1 (1928): 113
17. Kappen, H. Einwirkung der Kunstdünger auf die Bodenreaktion. Aus: Die Bodenacidität. Springer-Verlag Berlin (1929): 297
18. Kielwein, G.
Harr, M.
Reißhauer, G. Ein Beitrag zu aktuellen Fragen der durch beta-hämolytische Streptokokken und Galtstreptokokken verursachten Mastitiden. Tierärztl. Umschau 17 (1962): 415
19. Kreybig, L. Die phosphorsaure Vergärung des Stalldüngers. Chem. Zbl. 124 (1953): 22
20. Lagneau Bakteriostatische Wirkung des Superphosphats, seine Rückwirkungen auf den Gesundheitszustand der Tiere. Übersetzung aus "Revue d'Elvage", Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg (1957)
21. Liebig, J. "Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie" (1840)
Zit. nach der Jubiläumsschrift "100 Jahre Superphosphat", Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg (1955)

22. Lindberg, S. J. Fluorschädigungen. Chem. Zbl. 20 (1957): 128
23. Merkt, H. Gedanken zur organisierten Mastitisbekämpfung. Tierärztl. Umschau Jg. 1 (1963): 12
24. Métiviér, S. Mélange du Superphosphate aux Litières pour améliorer l'état sanitaire du bétail. Bulletin de Documentation de l'ISMA (International Superphosphate Manufacturers' Association) 25 (1958): 50
25. Métiviér, S. Bakterienkrankheiten beim Vieh und Sp. Société du Superphosphate, Paris 8, Av. F. D. Roosevelt. Übersetzung 12. 2. 1958
26. Nehring, K. Phosphorsäure in der Tierernährung. Generalberichte des 3. Weltkongresses für Düngungsfragen. "100 Jahre erfolgreiche Düngewirtschaft". Sauerländers-Verlag Frankfurt (Main) 18 (1958):
27. Neundorf, R. Zur Prophylaxe und Therapie der Mastitis des Rindes. Tierärztl. Umschau Jg. (1961): 137
28. Nieberle, K.
Cohrs Lehrbuch der spez. path. Anatomie der Haustiere. 4. Aufl. Gustav-Fischer-Verlag (1962)
29. Rauhe, K.
Hesse, M. Über Rohphosphat- und Superphosphatbeimischung zum Stalldung. Landw. Zbl. Abt. II, 3 (1958): 1634
30. Römpf, H. Chemie Lexikon, Franksche Verlagsbuchhandlung Stuttgart (1958)
31. Scheele, K. W. 100 Jahre Superphosphat. Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg (1955)
32. Schmitt, L. Vom Wesen und Wirken des Superphosphats im Lichte seines 100-jährigen Daseins. Verein Deutscher Düngemittelfabrikanten, Hamburg (1955): 8
33. Sonneveld, F.
Kurijs, A. A.
De Vries, D. M. Phosphateinfluss auf die botanische Zusammensetzung und Qualität von Futterpflanzen. Landw. Zbl. 4 (1959): 1872

34. Speter, M. Gotthold Escher, Schuldirektor in Brunn, ein unbekannter Superphosphatvorläufer Justus' von Liebig. Superphosphate Bd. VII (1934): 207
35. Strobl, G. Wirkung der Phosphorsäure auf die Wiesen in einem 30jährigen Düngungsversuch.
"Die Phosphorsäure" 22 (1962): 7
36. Superphosphat-Industrie
Landwirtsch. Abt.
Hamburg I Superphosphat-Fibel 21
37. Thomann, K. Phosphatdüngung in der Wirtschaftsberatung.
"Die Phosphorsäure" 22 (1962): 117
38. Tilgner, K.
Neumann, H. J. Die Mastitisbekämpfung - eine Gemeinschaftsaufgabe von Veterinärmedizin und Landwirtschaft.
Landw. Zbl. 4 (1959): 337

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich
Herrn Professor Dr. Kalich sehr herzlich
für die Überlassung des Themas und die je-
derzeit freundliche Unterstützung danken.

Gleichzeitig möchte ich hier
Herrn Dr. Gedeck vom Rindergesundheits-
dienst für seine liebenswürdige Mithilfe meinen
herzlichen Dank aussprechen.

L e b e n s l a u f

Ich, Helmut Schwarz, wurde als zweiter Sohn des Ehepaares Dr. Johann Schwarz, prakt. Tierarzt, und seiner Ehefrau Elisabeth Schwarz, geborene Förster, am 8. Oktober 1937 in Cadolzburg (Mittelfranken) geboren. Die dortige Volksschule besuchte ich von 1944 bis 1948, trat dann in die Oberrealschule ein und legte 1957 in Scheinfeld das Abitur ab.

Im Wintersemester 1957 begann ich das Studium der Tiermedizin an der Universität München und legte dort 1963 das Staatsexamen ab.

Im August 1963 verheiratete ich mich mit Johanna, Lore-Edda, geborene Wolf.

